This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

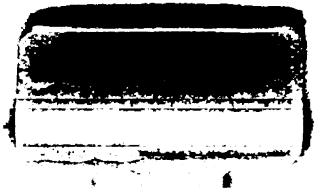
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

Library
of the
University of Wisconsin



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Pſychophyſik

Digitized by Google

Digitized by Google

Psychophysik

Historisch-kritische Studien

über

Experimentelle Psychologie

Von

Dr. Constantin Gutberlet

Mainz 1905
Verlag von Kirchheim & Co.
G. m. b. H.

Digitized by Google

Druck von Joh. Falk 8. Söhne, Mainz.

Digitized by Google

99512
SEP 20 1906
BJ
G96

Vorwort.

Mit vorliegender Schrift beansprucht der Verfasser nicht ein systematisches Lehrbuch der experimentellen Psychologie zu bieten, sondern er will über die Entwickelung, den gegenwärtigen Stand und damit über die Aufgaben, Methoden und Ergebnisse dieser jungen Wissenschaft referieren, bezw. dieselben durch seine Studien darüber einem weiteren Leserkreise zugänglich machen.

Dieser jetzt mit so regem Eifer gepflegte Zweig der Psychologie berührt sich so enge mit den allgemeinen Fragen der Psychologie und der Philosophie überhaupt, daß wer immer sich mit Psychologie und Philosophie beschäftigen will, die gewaltige Bewegung auf jenem Gebiete nicht ignorieren darf. Nun sind aber nur wenige in der Lage, sich mit den so speziellen Methoden, naturwissenschaftlichen Experimenten, komplizierten Apparaten, schwierigen Rechnungen zumal der höheren Mathematik eingehend zu beschäftigen. Viele haben keine Neigung dazu, und nur wenige haben eine so spezielle mathematische und naturwissenschaftliche Vorbildung, um in diese mathematisch-naturwissenschaftlichen Forschungen tiefer einzudringen oder sie auch nur zu verstehen. Es muß ihnen also eine mehr allgemein verständliche Darstellung der experimentellen Psychologie, ihrer Probleme, Methoden und Ergebnisse höchst willkommen sein. Eine solche haben wir in der vorliegenden Schrift zu geben versucht. Es sind darin allzu spezielle und schwierige Experimente gar nicht verzeichnet, oder doch mit Übergehung der Versuchsanordnungen und Berechnungen nur die Resultate mitgeteilt, auch an die Stelle der schwerverständlichen Ableitungen leichtere gesetzt worden, denen freilich auch nur schematische Bedeutung, wie z. B. der von uns berechneten Maßformel für die mathematisch genaue Abhängigkeit der Empfindungsstärke vom Reize, zukommen soll.

Der Verfasser ist kein ausübender experimenteller Psychologe, hat aber jederzeit mit allen Grenzgebieten der Philosophie Fühlung

Digitized by Google

zu behalten gesucht, insbesondere mit den Naturwissenschaften; eine mehrjährige Lehrtätigkeit in Mittelschulen hat ihm eine genauere Vertrautheit mit denselben, jedenfalls eine besondere Vorliebe für dieselben verschafft. Seine Lehrbücher der Philosophie zeigen, daß er die aprioristischen Sätze immer, wenn tunlich, durch wissenschaftlich festgestellte Tatsachen oder selbst annehmbare naturwissenschaftliche Hypothesen zu bewähren gesucht und ihnen hie und da selbst eine mathematisch präzise Fassung gegeben hat.

Gerade die experimentelle Psychologie, zu welcher G. Th. Fechner mit seinen „Elementen der Psychophysik" vor 40 Jahren den Grund legte, habe ich mit größter Freude begrüßt. Meine eingehenden Studien darüber habe ich in längeren Abhandlungen in der Zeitschrift „Natur und Offenbarung" veröffentlicht, und Fechner selbst, obgleich ich seine Psychophysik als Weltanschauung einer scharfen Kritik unterzog, gab mir doch in der Schrift: „Revision der Hauptpunkte der Psychophysik" Leipzig 1882, in der er alle gegen ihn gerichteten Einwände einer Kritik unterzieht, das Zeugnis, „daß der Verfasser den wesentlichsten Inhalt der bisher vorliegenden Untersuchungen darüber sorgfältig ins Auge gefaßt und nach bestem Wissen darüber referiert hat, auch mit den psychophysischen Formeln umzugehen weiß ... und daß man ihm Unkenntnis in mathematischen und physikalischen Dingen nicht vorwerfen kann."

Diese Anerkennung seitens des Altmeisters und Begründers der experimentellen Psychologie ermutigt mich, mit gegenwärtiger Arbeit an die Öffentlichkeit zu treten, der man den sehr naheliegenden Vorwurf machen könnte, daß sie unbedingt einen Fachmann, einen ausübenden Experimentator erfordere.

Mit derselben Sorgfalt habe ich wie die Psychophysik Fechner's die Arbeiten seiner Nachfolger verfolgt und laufende kurze Auszüge aus ihren Veröffentlichungen gegeben, so daß mir hier nur die Aufgabe erwuchs, sie in eine leibliche Ordnung zu bringen. Die Anordnung ist im wesentlichen die historische, und so stellen unsere „Studien" zugleich eine Geschichte der allmählichen Entwicklung der Psychophysik dar.

Dieselben enthalten zugleich eine Kritik der experimentellen Psychologie, freilich nicht so sehr vom Referenten, als von den Experimentatoren selbst geübt. Die neue Wissenschaft ist nämlich noch in einem fortwährenden Flusse begriffen. Es gibt kaum ein Resultat eines Forschers, das von einem andern nicht nachgeprüft, sodann ergänzt, berichtigt oder ganz umgestoßen würde. So kritisiert fortwährend

Digitized by Google

der Nachfolger die Methode, die Versuchsanordnung, die Berechnung, die Deutung der Experimente des Vorgängers.

Freilich wo die Experimente und deren Ergebnisse mit allgemein psychologischen Fragen zusammenhängen, habe ich mir auch eine Kritik erlaubt, ganz besonders aber wo die Psychophysik mit der gesamten Weltanschauung in Zusammenhang gebracht wird, wie bei Fechner, dessen philosophisches System ich einer sehr eingehenden Kritik unterzogen habe. Es geschah dies nicht aus Mangel an Achtung vor dem genialen Philosophen, sondern eher aus Verehrung für seine naturwissenschaftlichen Leistungen. Hatten mir dieselben hohe Bewunderung für seinen Scharfsinn, unermüdliche Arbeitslust geweckt, so hat mir die Lektüre seiner von einem pietätvollen Neffen, Kunze, verfaßten Biographie Verehrung seines edlen Charakters, seiner achtungswerten Persönlichkeit, seiner Gesinnung und Lebensführung eingeflößt. Es ist vielmehr gerade eine höhere Wertung seiner Leistungen und Bestrebungen, welche mich zu einer so eingehenden Kritik veranlaßt. Fechner erhebt sich nicht wie so viele neuere Philosophen mit souveräner Verachtung über das Christentum, er steht demselben innerlich sehr nahe, ja spricht die zuversichtliche Überzeugung aus, daß seine psychophysische Weltanschauung die Grundlehren des Christentums, Unsterblichkeit, Auferstehung zu stützen geeignet sei und bemerkt gelegentlich, daß gar manche diese seine Art, das Christentum zu verteidigen, mit Beifall aufgenommen hätten. Wenn nun Systeme, welche ihre absurden Hirngespinste mit der größten Anmaßung dem „abgetanen" Christentum entgegenstellen, gar keiner Widerlegung wert, derselben auch für vernünftige Menschen nicht bedürftig sind, verdient allerdings eine dem Christentum so nahestehende Weltanschauung unsere ernste Beachtung: es liegt die Gefahr gar zu nahe, daß solche wohlgemeinte Spekulationen für das wahre Christentum angesehen werden.

Es liegt aber auch in den Zeitumständen selbst dringende Veranlassung, auf Fechner's spekulative Psychophysik näher einzugehen. Die Psychophysik in dem Sinne des „psychophysischen Parallelismus" bildet die Grundanschauung der modernen Psychologie und damit der gesamten Weltauffassung. Nun behauptet K. Laßwitz in der Vorrede zur 2. Auflage von Fechner's „Nanna", daß durch die Fechner'sche Psychophysik dem Parallelismus die entscheidende Geltung verliehen werde. Es muß also wohl einmal untersucht werden, ob die Fechner'schen Spekulationen dieser absurden Dichtung irgend welche Stütze bieten können.

Möbius spricht die Überzeugung aus, daß der Philosophie

Digitized by Google

Fechners die Zukunft gehöre; Br. Wille hat in seiner Schrift: „Das lebendige All“ die Psychophysik Fechners als Weltanschauung einem weiteren Lesekreis zugängig zu machen versucht.

Für die eingehende Widerlegung speziell des psychophysischen Parallelismus verweisen wir auf unsere Schrift: „Der Kampf um die Seele“, in welcher derselben ein eigener längerer Vortrag gewidmet ist.

Mit der genannten Schrift berührt sich die vorliegende in mannigfacher Weise und werden naturgemäß manche Punkte hier wie dort besprochen: es mußte manches sogar von dort herübergenommen werden, um den historischen Zusammenhang herzustellen, nach den neuesten Forschungen das Fehlende hier zu ergänzen.

„Die Psychologie des Kindes“, welche so ganz auf das Experiment sich stützt, konnte, weil dort ausführlich behandelt, hier bei Seite gelassen werden. Allerdings sind auch auf diesem Gebiete wichtige neue Resultate zu Tage gefördert worden, wie die Ermüdungsmessungen von Kraepelin, die Sprachentwicklung des Kindes von Meumann u. A., wir haben dieselben bereits in der „Zeitschriftenschau des Philosophischen Jahrbuchs“ in Kürze wiedergegeben, gedenken aber bei einer neuen Auflage des „Kampfes um die Seele“ sie an ihrer Stelle einzureihen. Die beiden Schriften bilden ein zusammengehöriges Ganze, beide wollen über den gegenwärtigen Stand der Psychologie orientieren, beide die auf diesem Gebiete herrschenden philosophischen Irrtümer zurückweisen. Selbstverständlich mußte darum in dem „Kampf um die Seele“ die Kritik vorherrschen, während hier die Orientierung die Hauptaufgabe bildet. Zu dieser Orientierung ist freilich auch notwendig, das erste Werk, außerdem ein Lehrbuch der Psychologie vor Augen zu haben. Denn weil hier speziell experimentelle Psychologie historisch-kritisch behandelt werden soll, wird vorausgesetzt, was ein Lehrbuch der Psychologie inbezug auf die Anatomie, Psychologie usw. beizubringen hat. Wir haben das Notwendigste in unserem Lehrbuch der Psychologie geboten.

Für unsere Aufgabe, eine historisch-genetische Darstellung der experimentellen Psychologie zu geben, war es am zweckdienlichsten, hauptsächlich die Fach-Zeitschriften zugrunde zu legen: in ihnen findet der Fortschritt der Wissenschaft seinen natürlichen Ausdruck.

Es sind besonders zwei, welche dabei in Betracht kommen: „Die Philosophischen Studien“ von Wundt, an deren Stelle im Jahre 1900 das „Archiv für die gesamte Psychologie“ von Meumann getreten ist, und die „Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane“ von Ebbinghaus u. König, jetzt Ebbinghaus u. Nagel

Digitized by Google

Diese beiden Zeitschriften dienen auch in vorzüglicher Weise unserem kritischen Zwecke, da dieselben in einem mehr oder weniger antagonistischen Verhältnisse zu einander stehen. Die Schüler Helmholtz' und die Schüler Wundt's kontrolieren einander; sie bekämpfen sich in fast allen Punkten der experimentellen Psychologie.

Außerdeutsche Zeitschriften und Werke sind nur ausnahmsweise herangezogen worden. Die experimentelle Psychologie ist von Deutschland aus inauguriert worden, Deutschland nimmt immerfort die führende Stellung in ihrem Betriebe ein. Die auswärtigen Vertreter sind fast alle Deutsche oder doch in Deutschland geschult worden.

Fulda, am Feste des hl. Michael 1905.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt.

		Seite
Vorwort		V
1. Kapitel.	Aufgabe der Experimentellen Psychologie	1
2. Kapitel.	Die psychophysischen Methoden	11
3. Kapitel.	Mißbrauch der Psychophysik	22
4. Kapitel.	Meßbarkeit psychischer Akte	40
5. Kapitel.	Die Psychophysik G. Th. Fechner's	78
6. Kapitel.	Fortführung und Bekämpfung der Fechner'schen Psychophysik	194
7. Kapitel.	Die zeitlichen Verhältnisse des Seelenlebens	222
8. Kapitel.	Die Aufmerksamkeit	266
9. Kapitel.	Das Gedächtnis	283
10. Kapitel.	Zeitschätzung	315
11. Kapitel.	Der Gesichtssinn	353
12. Kapitel.	Das Gehör	449
13. Kapitel.	Der Geruchssinn	525
14. Kapitel.	Der Geschmack	533
15. Kapitel.	Der Gefühlssinn	547
16. Kapitel.	Schlaf und Traum	582
17. Kapitel.	Die Gefühle	587
18. Kapitel.	Zur Psychologie des Lesens und Schreibens	610
19. Kapitel.	Differentielle Psychologie	636
20. Kapitel.	Der erste Kongreß für experimentelle Psychologie	647
Nachtrag		660

Digitized by Google

Digitized by Google

Erstes Kapitel.

Aufgabe der Experimentellen Psychologie.

Psychophysik und „Experimentelle Psychologie" werden gleichbebedeutend genommen,[1]) sind aber eigentlich sachlich sehr verschiedene Begriffe. Das Wort Psychophysik ist von G. Th. Fechner in die Philosophie eingeführt worden. In seinen „Elementen der Psychophysik" stellt er sich die Aufgabe, ein mathematisch genaues Verhältnis zwischen dem auf die Seele einwirkenden Reiz und der von demselben ausgelösten Empfindung durch Experimente zu gewinnen. Es handelte sich also um ein Verhältnis zwischem Physischem und Psychischem. So war für diese neue Wissenschaft die Benennung „Psychophysik" ganz entsprechend.

Freilich hat Fechner die Bedeutung des Wortes selbst schon erweitert, indem er die Psychophysik zur Grundlage seiner Spekulation über das Wesen der Dinge machte, d. h. den Zusammenhang des Psychischen mit dem Physischen, wie wir ihn im Menschen finden, auf das ganze Weltall ausdehnte, ja die Gottheit selbst psychophysisch sich vorstellte. Damit bekommt das dem Psychischen coordinierte Physische eine speziellere Beziehung zu dem mit der Seele verbundenen Leibe, es wird zum „Physiologischen". In diesem Sinn müßte die Psychophysik genauer „Physiopsychologie" oder „Physiologische Psychologie" heißen, welche Benennung auch von bedeutenden Psychologen z. B. von Wundt gebraucht wird.

Aber Wundt ist mehr experimenteller Psycholog als Psychophysiker: er ist der eigentliche Schöpfer der experimentellen Psychologie, insofern sie über die Psychophysik Fechners hinausgreift. Das Wesen derselben besteht nämlich prinzipiell in der Anwendung des Experiments, allgemeiner der naturwissen-

1) So nennt G. F. Lipps sein Kompendium der experimentellen Psychologie einfach „Grundriß der Psychophysik." Sammlung Göschen-Leipzig 1899.

Digitized by Google

schaftlichen Methoden auf die psychischen Erscheinungen. Dies hatte bereits Fechner getan, und insofern muß er als Begründer wie der Psychophysik im engeren Sinne, so auch der experimentellen Psychologie überhaupt angesehen werden. Das Verdienst Wundts besteht darin, daß er die exakten Beobachtungsmethoden nicht, wie ursprünglich Fechner, auf das spezielle Gebiet des Verhältnisses von Leib und Seele eingeschränkt, sondern das gesamte Seelenleben, und gerade dieses besonders, durch exakte Methoden genauer zu erforschen suchte. Übrigens war auch darin Fechner vorausgegangen, wie z. B. seine Untersuchungen über den ästhetischen Wert der Teilung nach dem goldenen Schnitt vermittelst der statistischen Methode, welche er in seiner „Vorschule zur Ästhetik" darlegt, beweisen. Also die exakte Methode ist historisch das der Psychophysik und Experimentellen Psychologie Gemeinsame. Sachlich bleibt auch diese immer insofern noch Psychophysik, als es meist die leiblichen Äußerungen der Psyche sind, welche zunächst dem Experiment unterworfen werden können.

Die experimentelle Psychologie bedient sich aller Hilfsmittel der Forschung, welche auf naturwissenschaftlichem Gebiete so erstaunliche Erfolge erzielt haben. Sie bedient sich des Messens, Zählens, Rechnens, vor allem aber der Instrumente und des Experiments, um die Natur zu belauschen; sie ist nicht zufrieden mit der Beobachtung der sich von selbst darbietenden Naturerscheinungen, sondern ändert in mannigfachster Weise die Bedingungen für die Naturwirksamkeit ab, und sieht zu, wie sich die Erscheinung abändert: sie stellt gleichsam systematische Fragen an die Natur und zwingt sie so zu einer Beantwortung derselben.

Man kann nicht leugnen, daß eine solche Methode auch für die Erforschung des Seelenlebens große Erfolge verspricht: Man wird dasselbe gewiß besser kennen lernen, wenn man nicht bloß gelegentlich seine eigenen Seelentätigkeiten durch Selbstbeobachtung, wo sie eben auftreten, prüft oder die Anderer aus deren Äußerungen erschließt, sondern durch eigens angestellte Experimente der Seele ihre Äußerungen unter den verschiedensten Bedingungen gleichsam entlockt. Freilich so ganz rückhaltlos wird diese Methode nicht von allen Psychologen angenommen.

Auch unter den Vertretern der psychologischen Betrachtungsweise haben sich zwei große Parteien gebildet. Die Konstatierung der Bewußtseinstatsachen und ihres Zusammenhanges kann nämlich schon durch Selbstbeobachtung erreicht werden, man kann dazu aber auch das exakte Experiment zu Hilfe nehmen. Die Vertreter der experimentellen Psychologie sind nun vielfach von ihrer neuen

Digitized by Google

Methode so eingenommen, daß sie der Selbstbeobachtung allen Wert absprechen. Dagegen verhalten sich die älteren und auch nicht wenige von den jüngeren Psychologen ziemlich skeptisch gegen das psychologische Experimentieren und stützen sich nach wie vor auf das unmittelbare Zeugnis des Bewußtseins.[1])

Th. Elsenhans hält ein großes Gebiet psychischer Tatsachen dem Experimente für unzugänglich; manche sind nämlich so kompliziert, daß sie nicht experimentell erforscht werden können; das Bewußtsein als solches kann überhaupt nicht Gegenstand des Experimentes sein.

W. Ament stimmt Elsenhans bei, indem er auf dem 1. Kongreß für experimentelle Psychologie zu Gießen erklärt, daß er bei der Erforschung der Kindesseele gefunden, daß auch die unmittelbare Beobachtung exakte Resultate liefere.

Beide extreme Richtungen schießen über das Ziel hinaus. Man kann ganz gewiß sehr viele und fundamentale innere Tatsachen durch bloße Selbstbeobachtung, zumal wenn dieselbe mit gehöriger Vorsicht vorgenommen wird, konstatieren; auf diese Weise hat die ältere Psychologie all ihr Erfahrungsmaterial gewonnen und daraus wichtigere Schlüsse gezogen für den Zusammenhang, das Wesen und die letzten Ursachen der seelischen Erscheinungen, als dies die experimentelle Psychologie vermag. Es gibt und gab eine empirische Psychologie und darauf gestützt eine rationale, ohne daß experimentell beobachtet zu werden brauchte.

Es ist ja auch von vornherein einleuchtend, daß, wenn das unmittelbare Bewußtsein von inneren Tatsachen keine Gewißheit bietet, solche überhaupt nicht zu gewinnen ist, speziell, wenn die Selbstbeobachtung unzuverlässig ist, dasselbe in noch höherem Grade vom Experimente gilt. Denn die Ergebnisse des Experimentes müssen durch Selbstbeobachtung aufgefaßt werden, das Bewußtsein, d. h. bewußte Tätigkeiten werden ja meist dem Experimente unterworfen.

Um z. B. das Gesetz von der genaueren Abhängigkeit der Empfindungsstärke von der Reizstärke festzustellen, wird in der Weise experimentiert, daß man zusieht, welches Gewicht zu einem gegebenen hinzugefügt werden muß, bis man einen Zuwachs der Schwere fühlt. So oft ich dieses wiederhole, muß mir die unmittelbare Selbstbeobachtung sagen, daß ich die Empfindung eines stärkeren Zuges oder Druckes habe. Also nicht bloß ein oder das andere Mal wie bei der Selbstbeobachtung, sondern viele tausend Mal muß bei jedem Experimente die Selbstbeobachtung zu Hilfe genommen werden.

1) Vgl. Th. Elsenhans, Selbstbeobachtung und Experiment in der Psychologie. 1897.

Digitized by Google

Wir geben darum Wundt gerne zu, daß das Experimentieren eigentlich erst lehre, richtig Selbstbeobachtung anzustellen. Das beweist aber nichts gegen, sondern für letztere. Denn wie gezeigt, ist alles Experimentieren auf psychologischem Gebiete nur durch Selbstbeobachtung möglich. Diese wird freilich mehr geschärft, geübt, vervollkommnet durch ihre systematisch fortgesetzte Anwendung und durch Kontrollierung der eigenen inneren Erfahrung. Man wird da leichter auf die Fehler aufmerksam, welchen eine zu oberflächliche Selbstbeobachtung verfällt.

Darum können wir demselben Psychologen wohl zugeben, daß das Experiment die Selbstbeobachtung in manchen Stücken auch *korrigiert* hat. Ohne genauere Prüfung sagt uns die Selbstbeobachtung, daß die Empfindung gleichzeitig mit der Applikation des Reizes eintritt: das Experiment hat aber unzweideutig gelehrt, daß ein Bruchteil einer Sekunde z. B. zwischen dem Nadelstich am Finger und der Schmerzempfindung verstreicht. Nach der Selbstbeobachtung glauben wir die zwei Arme gleichzeitig zu erheben: das Experiment zeigt, daß ein Arm immer etwas voraus ist. Nach der Selbstbeobachtung halten wir den Klang für ein einfaches psychisches Gebilde: das Experiment setzt seine Zusammensetzung aus Grund- und Teiltönen außer allen Zweifel.

Gewiß, aber auch dies vermag doch das Experiment nur auf Grund der Selbstbeobachtung: ist diese also unzuverlässig, dann auch das Experiment und dessen Ergebnis. Man muß eben unterscheiden zwischen Selbstbeobachtung und Selbstbeobachtung, und wiederum zwischen unmittelbarer Beobachtung und *Unterscheidung*. Die naive, weniger sorgfältige, von Hilfsmitteln nicht unterstützte Beobachtung kann durch eine sorgfältigere, auf mögliche Fehler Rücksicht nehmende, oft wiederholte und von Instrumenten und anderen Kunstgriffen unterstützte Beobachtung verbessert werden. Man mutet der direkten Beobachtung auch zuviel zu, wenn sie Intervalle von kleinster Dauer, wie die zwischen Reiz und Empfindungseintritt, *unterscheiden* soll, wenn sie Teiltöne aus einer innigst verschmolzenen Klangmasse *herausheben* soll.

Münsterberg[1]) bemerkt sehr treffend: „Alle unsere psychologischen Laboratoriumsuntersuchungen sind weiter nichts als Studien der Selbstbeobachtung, und der ganze Unterschied ist nur der, daß die alten Psychologen ihre geistigen Zustände analysierten unter den natür-

1) School and home education. Oct. 1899. Übersetzung in „Zeitschrift für Philos. und Pädag." 1900. 1. Heft, S. 58 ff.

Digitized by Google

lichen Bedingungen des täglichen Lebens, während wir Experimentierer künstliche Bedingungen herbeiführen, wodurch wir den Seelenzustand ändern können, je nach dem Zweck der Untersuchungen; das Prinzip der Selbstbeobachtung aber bleibt im Mittelpunkt stehen, unberührt von dem künstlichen Gegensatz zwischen einer alten und neuen Psychologie.

Auch die physiologische Methode, welche aus der Gehirntätigkeit das Seelenleben erschließen will, kann die Selbstbeobachtung nicht entbehren; denn wir kennen das Seelenleben besser als das Gehirn; „es verwirrt die Situation, wenn wir behaupten, daß wir damit etwas neues erfahren über seelische Tatsachen selbst, was wir doch nur wissen können durch Selbstbeobachtung und nicht durch mikroskopische Untersuchungen von Ganglienzellen".

Auch die vergleichende Methode, welche Kinder, Tiere, seelische Abnormitäten beobachtet, stützt sich auf die Selbstbeobachtung. „Auch hier tritt alles in den Dienst der Selbstbeobachtung, weil wir das komplizierte System unserer eigenen Seele am besten verstehen im Vergleich mit einfacheren oder gestörten seelischen Systemen. Kurz, nirgends ist eine scharfe Grenzlinie zwischen der alten Methode der Selbstbeobachtung und der Methode der modernen Psychologie."

Es ist ja ganz richtig, was Wundt als Schwierigkeit gegen die Selbstbeobachtung vorbringt: die Unmöglichkeit, ihr Objekt festzuhalten, welche durch die Absicht, es zu fixieren, noch verstärkt wird. Dagegen bemerkt aber Pfennigsdorf in einer Besprechung des Grundrisses der Psychologie von Wundt mit Recht: „Trotzdem haben wir doch das Erinnerungsbild des betreffenden Objektes und können dasselbe jederzeit reproduzieren." [1]) Letzteres kann unvergleichlich leichter und öfter geschehen, als ein Experiment wiederholen. Es ist also jedenfalls zu einseitig, wenn Wundt prinzipiell nur zwei Erkenntnisquellen für die Psychologie anerkennt, neben dem Experiment nur noch die Völkerpsychologie.

Dabei soll nicht in Abrede gestellt werden, daß die psychologische Beobachtung viel durch das Experimentieren und überhaupt durch die neueren Methoden gewonnen hat, und jeder, dem es um Erforschung des Seelenlebens ernst ist, wird sich über den regen Eifer freuen, mit dem allüberall diesseits und jenseits des Ozeans die psychophysischen Apparate in Bewegung gesetzt werden, wenn dabei auch viel Übertreibung wie bei allen neuen Methoden und Moden mit unterläuft.

---

1) „Zeitschrift für Philos. und philos. Kritik" 1901. Bd. 119, S. 88.

Digitized by Google

Allerdings die Hoffnungen, welche Fechner und wir mit ihm auf das Experiment in der Psychologie gesetzt, haben sich nur sehr schwach erfüllt: es sind äußerst wenige Punkte, welche als sicheres Ergebnis hingestellt werden können, bedeutendes Licht haben sie in die Fragen des Seelenlebens nicht gebracht, inbezug auf die meisten Probleme herrscht ärgere Unsicherheit und Meinungsverschiedenheit als ehedem.[1]) Und darum hat die moderne Psychologie auch in ihrer exaktesten Form nicht den mindesten Grund, die Metaphysik als etwas Überflüssiges, Unsicheres, dem Streite Ausgesetztes zu verachten und aus der Wissenschaft ganz zu verbannen.

Manche erklären sich sehr entschieden gegen ein Experimentieren auf psychologischem Gebiete, verwerfen jedenfalls die Anwendung von Instrumenten und Apparaten, wie sie in der Naturwissenschaft in Anwendung kommen, ja erklären sie geradezu für schädlich. So ein Fachmann, der diese Methode selbst früher mit Vorliebe angewandt. Konrad Rieger erklärt:

„Die ‚technomanische' Geistesrichtung ist deshalb so sehr verderblich, weil sie immer dazu führt, daß Nebensachen als Hauptsachen erscheinen. Ich muß auch von mir bekennen, daß bei mir immer alles mit Technomanie anfängt. Zuerst mache ich immer törichte und unnötige Apparate, und es dauert bei mir leider in der Regel geraume Zeit, bis ich zu der Erkenntnis gelange, daß alles viel einfacher gemacht werden kann . . . . Der Spieltrieb wirkt jedenfalls auch stark mit. Wenn ein wissenschaftliches Spielzeug auch lediglich dazu geführt hat, die Wirklichkeit zu fälschen, so hat es einen eine Zeit lang doch gefreut, bis man es weggeworfen hat wie Kinder ihr Spielzeug."[2])

Manche machen darauf aufmerksam, daß da in den Laboratorien ganz künstliche Verhältnisse geschaffen werden, die im wirklichen Leben nicht vorkommen, durch sie allein das wirkliche Seelenleben nicht studiert werde. Die Messungen der Laboratorien sind nach G. Wolff gar keine Experimente.

„Denn Messungen allein", sagt dieser Psychiater „und seien sie auch mit noch so subtilen und komplizierten Apparaten vorgenommen, sind noch keine Experimente. Mit dem gleichen Rechte, mit welchem so manche psychologische Arbeit sich eine experimen-

1) Ebenso urteilt B. Erdmann, die Psychologie des Kindes und die Schule, 1901. Nach ihm hat sich „keine der weittragenden Hoffnungen erfüllt". Nach J. Cohn ist sogar eine „Entmutigung" eingetreten.

2) K. Rieger in Zeitschrift für Psychol. u. Phys. 1903. 31. Bd. S. 6.

Digitized by Google

telle nennt, könnte jede deskriptiv anatomische Arbeit auf diese Bezeichnung Anspruch machen, sofern mit feinen Apparaten dabei vorgegangen wurde. Wohl hat ja auch die Psychologie eine große Reihe wirklich experimenteller Untersuchungen zu verzeichnen, aber was hier erforscht werden kann, sind doch immer beschränkte und keineswegs die wichtigsten Gebiete, weil experimentelle Eingriffe in das Seelenleben der Versuchsperson zwar möglich, aber doch nur in sehr beschränktem Umfange möglich sind." [1]) Wahre Experimente dagegen bietet, so meint er, die Natur selbst an den Geisteskranken. Solche hat nun Kraepelin auch sorgfältig mit den komplizierten Apparaten angestellt. Ziehen, ein anderer Psychiater und Verfasser eines Lehrbuches der Psychiatrie, hält diese Methode für ungeeignet und will die gewöhnliche Beobachtung angewandt wissen.

Ein Dr. Gystrow erklärt in Beilage Nr. 113 der „Allgem. Zeitung" 1901 die gesamte bisherige physikalische Experimentiermethode für unzulänglich und will die chemische damit verbunden wissen.

Sehr zutreffend äußert sich über die Bedeutung der experimentellen Psychologie der besonnene Pfänder:

„Die Vertreter der experimentellen Methode sind übrigens in einem großen Irrtum befangen, wenn sie meinen, mit ihnen sei erst das Experiment auf das Seelenleben angewandt worden." Auch die „reinen" Psychologen wenden es an und haben es, wenn auch ohne Instrumente, die Psychologen immer angewandt.

„Es ist möglich, manche Erlebnisse, die man untersuchen möchte, einfach durch ein bestimmtes Verhalten herbeizuführen und sie dann im unmittelbaren Rückblick zu untersuchen. Wo es nicht anders geht, ist man darauf beschränkt, sich ‚in Gedanken' in eine solche Situation hineinzudenken, in der das zu untersuchende Erlebnis einzutreten pflegt. Man kann dieses ‚gedankliche' Wiedererleben schon als ein psychologisches Experiment betrachten, denn es werden dadurch Erlebnisse zum Zwecke psychologischer Untersuchung willkürlich herbeigeführt. Solche Experimente haben die Psychologen von jeher angestellt, und sie werden noch immer von jedem Psychologen ausgeführt, auch von denjenigen, die ausdrücklich ein solches Verfahren als unwissenschaftlich ablehnen. In anderen Fällen wird man zum wirklichen Experiment übergehen, indem man etwa die äußeren Umstände verwirklicht, von denen ein psychisches Erlebnis abhängt, oder indem man gerade die psychische Tätigkeit ausführt, die man untersuchen

1) Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. 1897. 15. Bd., S. 1.

Digitized by Google

möchte. Auch solche Experimente haben die Psychologen von jeher angestellt. Es ist ein wirkliches psychologisches Experiment, wenn man etwa in ein Konzert geht, um sich bestimmte musikalisch-ästhetische Erlebnisse für die psychologische Untersuchung zu verschaffen, oder um zu sehen, ob die gleichzeitige Beachtung mehrerer Stimmen in einem Musikstück möglich ist usw. Die experimentelle Methode steht also in gar keinem Gegensatz zur subjektiven Methode, sondern sie ist ein schon immer gebrauchtes Hilfsmittel für die subjektive Methode."

„Diese Beispiele mögen zeigen, daß die ‚subjektive' Methode die Voraussetzung aller ‚objektiven' Methoden ist, daß also das Prädikat ‚objektiv', das man diesen Verfahrungsweisen beilegt, durchaus nicht im Sinn eines höheren wissenschaftlichen Wertes gemeint sein kann. Die objektiven Methoden sind der subjektiven Methode logisch untergeordnet, nicht übergeordnet."

„Wenn man die experimentelle Psychologie als eine neue Errungenschaft bezeichnet, so meint man damit, daß erst in neuerer Zeit derartige Experimente systematisch und planmäßig, nicht nur gelegentlich, ausgeführt und dazu möglichst alle die Hilfsmittel benützt worden sind, die uns die Physik und die Physiologie an die Hand geben. . . Aber auch hier eröffnet die experimentelle Methode keine neue selbständige Quelle psychologischer Erkenntnis neben der subjektiven Methode; sondern sie setzt auch hier, wie die objektiven Methoden überhaupt, als wesentliche Basis die subjektive Methode voraus. . . Macht man daher der subjektiven Methode zum Vorwurf, daß bei ihr das Beobachtenwollen die Erlebnisse störe, so gilt dieser Vorwurf nicht nur auch für die experimentelle Methode, sondern er gilt für sie in erhöhtem Maße; denn bei ihr ist ja schon immer vor Eintritt des Erlebnisses das Beobachtenwollen vorhanden, während dies bei der subjektiven Methode nicht notwendig der Fall zu sein braucht. Daher ist denn auch die experimentelle Methode nur zur Erforschung eines beschränkten Gebietes der psychischen Wirklichkeit anwendbar; dagegen versagt sie, wo es sich darum handelt, das psychische Geschehen zu erkennen, soweit es nicht unter dem Einfluß bestimmt gerichteter Aufmerksamkeit und bestimmt gerichteten Wollens verläuft. Der Versuchsperson wird meistens ein bestimmtes Verhalten vorgeschrieben; sie muß ihre Aufmerksamkeit auf ein mehr oder weniger konkret bestimmtes Gebiet richten und bestimmte psychische Tätigkeiten willkürlich vollziehen. Damit werden in der Versuchsperson schon psychische Tatbestände hervorgerufen, die das nachfolgende zu untersuchende psychische Erlebnis mehr oder weniger zu beeinflussen vermögen. Wie sich ein gleichartiges psychisches Erlebnis ohne diese Beeinflussung etwa dar-

Digitized by Google

stellen würde, kann man natürlich auf experimentellem Wege nicht feststellen. So geben z. B. die Assoziations- und Gedächtnisversuche wohl Aufschluß darüber, wie das Vorstellen und die Erinnerung verläuft, wenn die Aufmerksamkeit in bestimmte durch die Versuche bedingte Richtung gelenkt ist. Es bedürfte aber weitergehender Untersuchungen, um nun zu ermitteln, wie sich das unwillkürliche unter gewöhnlichen Bedingungen stattfindende Assoziations- und Erinnerungsgeschäft verhält. . .

„Und mit den Apparaten wird *nicht* etwa die *psychische Wirklichkeit selbst* erfaßt, zergliedert und gemessen, wie man materielle Objekte ergreifen, zerlegen und messen kann. Vielmehr ist und bleibt die psychische Wirklichkeit immer nur den unsichtbaren, immateriellen Griffen der subjektiven Methode direkt zugänglich. Wer noch ungeübt in dieser eigentlichen psychologischen Methode ist, wird ja, wenn er ermattet von den großen Schwierigkeiten derselben zu versinken droht, begreiflicherweise leicht sein Heil in der Anklammerung an die greifbaren physikalischen Apparate und an die Farben, Töne, Gerüche, Geschmäcke usw. suchen und sich einbilden,, dann die psychische Wirklichkeit selbst in Händen zu haben. Er wird aber mit dem Fortschritt seiner psychologischen Bildung bald einsehen, daß er Steine statt Brot ergriffen hatte; daß ihn die experimentelle Methode nicht von der subjektiven Methode entbinden kann, sondern vielmehr gerade die geübte Handhabung derselben erfordert, wenn sie wirklich psychologische Erfolge haben soll."

Doch damit soll die Brauchbarkeit, ja selbst die Notwendigkeit der Experimente auf psychologischem Gebiete nicht geleugnet sein.

„Aber wenn nun auch die Experimente nicht *die* Psychologie sind, sondern *im Dienste* der Psychologie getrieben werden müssen, und wenn auch für schwache Geister die Gefahr besteht, daß sie blindlings Experimente häufen und schließlich am Materiellen hängen bleiben, so ist doch die experimentelle Methode ein wertvolles und notwendiges Hilfsmittel der subjektiven Methode . . . weil durch das Experiment bestimmte psychische Erlebnisse herbeigeführt, in ihrer Dauer bestimmt, variiert, isoliert und in ihren Beziehungen zu meßbaren körperlichen Bewegungen und Folgen festgestellt werden, kurz weil sie der subjektiven Methode die Erfüllung ihrer Aufgabe erleichtert und zumteil erst möglich macht. Zum vollen Betrieb der wissenschaftlichen Psychologie gehört demnach auch die möglichste Verwendung von Experimenten." [1])

---

1) Einführung in die Psychologie. Leipzig, Barth, 1904. S. 143—149.

Digitized by Google

Den stärksten Widerspruch erfährt gerade das *Messen* der experimentellen Psychologie, das sie allerdings neben dem Zählen der statistischen Methode und dem mathematischen Kalkul am vorzüglichsten in Anwendung bringt.

Der erste erkenntnistheoretische Einwand ergibt sich aus der Kant'schen Lehre von der Subjektivität der Zeitform, in welcher die seelischen Zustände verlaufen. Die äußeren Dinge in der Raumform geschaut bieten drei Dimensionen dar, in denen sie gemessen werden können. Die Bewußtseinsvorgänge verlaufen in der Zeit, die nur *eine* Dimension hat.

Aber kann man denn nicht auch *eine* Dimension messen? Die Linie hat ja auch nur eine Dimension, und gerade das lineare Maß ist das gewöhnlichste und die Grundlage des quadratischen und kubischen. Übrigens sind nicht alle seelischen Zustände eindimensional; die Hautempfindung z. B. erstreckt sich nach drei Dimensionen.

Etwas mehr Bedeutung haben die anderen Gründe, die Kant gegen die Erhebung der Psychologie zu einer exakten Naturwissenschaft vorbringt. Das Mannigfache der inneren Beobachtung könne nicht nach Willkür verändert werden, ein fremdes Subjekt lasse sich unserer Beobachtung nicht unterwerfen, und die Beobachtung selbst alteriere schon die zu beobachtende innere Tatsache.

Alle diese theoretischen Bedenken werden durch die Tatsachen schlagend widerlegt.[1]) Gerade die experimentelle Psychologie verändert die Bedingungen der psychischen Zustände und damit dieselben selbst mit mehr oder weniger Willkür, sie stellt ihre Experimente an fremden Personen an, denen sie Bedingungen zu seelischen Reaktionen stellt und die dann sich über ihr Inneres äußern. Damit ist gerade die an dritter Stelle genannte Schwierigkeit, welche der Selbstbeobachtung anhaftet, beseitigt. Wenn die Schwierigkeit Geltung hätte, könnten wir übrigens gar nichts Sicheres über unsere seelischen Zustände aussagen.

Am schlagendsten widerlegen wir die zahlreichen Bedenken gegen eine exakte naturwissenschaftliche Behandlung psychischer Akte und Zustände, indem wir die dabei in Anwendung kommenden *Methoden* im voraus kurz skizzieren; sie zeigen zugleich die *speziellen* Aufgaben, welche die Psychophysik sich stellt, die Möglichkeit der Lösung, und führen uns in das Wesen der experimentellen Psychologie selbst ein.

1) A. *Kirschmann* bemerkt zu diesen Bedenken Kants, daß „die nunmehr brennenden Fragen zwischen Psychischem und Physischem Kant ebenso fremd waren, wie den Rittern des Mittelalters das rauchlose Pulver." Phil. Stud. 20. Bd. I, S. 310.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.
Die psychophysischen Methoden.

In einem Aufsatze der Philosophischen Studien „Über psychologische Methoden" bezeichnet Wundt als allgemeine Aufgabe der experimentellen Psychologie, den Inhalt unseres Bewußtseins in seine Elemente zu zerlegen, diese Elemente nach ihren qualitativen und quantitativen Eigenschaften kennen zu lernen, und die Verhältnisse der Koexistenz und Aufeinanderfolge derselben in exakter Weise zu ermitteln: eine Aufgabe, welche ganz ähnlich die experimentelle Physik in Bezug auf die äußere Erfahrung verfolgt. Man hat allerdings gegen den experimentellen Charakter psychischer Methoden geltend gemacht, daß wir nicht, wie bei den äußeren Erscheinungen, direkt in den Verlauf des dem Experiment unterworfenen Prozesses einzugreifen vermögen. Aber es gibt auch physikalische Experimente, in denen nicht willkürlich die Bedingungen direkt verwirklicht werden können. Auch hier begnügt man sich häufig mit der zum Wesen des Experimentes allein gehörigen Forderung, die Bedingungen eines Prozesses in meßbarer Weise zu variieren, mag dies nun direkt oder indirekt geschehen. Eine indirekte Variation der Bedingungen der psychischen Prozesse ist aber recht gut möglich. Die Variation der psychischen Reize bedingt ja die der Empfindungen.

Um jene allgemeine Aufgabe der Experimental-Psychologie zu lösen, sind dreierlei Methoden zu drei Spezialzwecken zu unterscheiden: 1. Die psychophysischen Methoden, welche die Abhängigkeit der Intensität der Empfindung von der des Reizes zu ermitteln suchen; 2. die Methoden zur Analyse der Sinneswahrnehmungen; 3. die Methoden der psychologischen Zeitmessung.

1. Die psychophysischen Methoden sind hauptsächlich von Fechner und zum Teil in Gegensatz zu ihm von Wundt, G. E. Müller u. A. ausgebildet worden. Es gibt deren drei: a) die Methode der eben merklichen Unterschiede oder besser der Mini-

Digitized by Google

maländerungen; b) die der richtigen und falschen Fälle; c) die der mittleren Fehler.

a) Das Verfahren bei *ersterer* ist am besten folgendes. Man vergrößert den Unterschied zweier Reize oder einen Reiz, der noch nicht empfunden (bemerkt) wird, so lange, bis er übermerklich wird, und verringert dann einen übermerklichen Reiz oder Reizunterschied so lange, bis er unmerklich wird, oder die beiden Reize als gleich empfunden werden. Das arithmetische Mittel aus beiden Werten, d. h. das Mittel zwischen der Grenze des eben übermerklichen und eben unmerklichen ist die Reizschwelle oder Unterschiedsschwelle. Dieser Wert besagt also, in welchem Verhältnisse ein Reiz verstärkt werden muß, damit die Verstärkung empfunden werde.

b) Die Methode *richtiger und falscher Fälle* besteht darin, daß ein Reiz R in einer großen Zahl von Beobachtungen mit andern Reizen $R + d$, $R + d^1$, die sich sehr wenig von R unterscheiden, verglichen wird. Ein Beispiel. Man hebt vielmals zwei Gewichte, welche nur um so wenig differieren, daß sie vielmals als gleich oder selbst das kleinere schwerer (falsche Fälle) empfunden, vielmals richtig geschätzt werden, und auch zweifelhafte Fälle vorkommen. Findet man, daß bei einem bestimmten d die Gewichte meistens richtig geschätzt werden, so gibt d ein Maß ab für den Reizzuwachs, der erforderlich ist, um als solcher empfunden zu werden.

c) Die Methode der *mittleren Fehler* sucht das Gewicht durch das Gefühl einem andern gleich zu machen; wiegt man nun letzteres, so findet man den Fehler, den man begangen hat. Wiederholt man dieses Verfahren oft, so findet man aus allen einen mittleren oder Durchschnitts-Fehler, der um so kleiner wird, je größer die Empfindlichkeit für Reizunterschiede ist. Wundt nennt jetzt die beiden Fehlermethoden „*Abzählungsmethode*".

Beide letzteren Methoden haben den Vorzug, daß sie zugleich ein Maß liefern für die Präzision, mit der ein Sinnesreiz in der Empfindung aufgefaßt wird, im übrigen hat man sie aber mit Unrecht der ersten Methode vorgezogen. Denn auch sie läßt, da man ja nach Belieben die Fälle wiederholen kann, große Genauigkeit zu, sie ist auf Gebiete anwendbar, wo die beiden andern versagen; z. B. bei der Schätzung von Lichtintensitäten oder Zeitintervallen. Hier ist unsere Empfindlichkeit so groß, daß unter Umständen gar keine falschen Fälle und keine Fehler vorkommen können. Außerdem setzen diese zwei letzteren Methoden voraus, daß man ganz genau die oberen Reizstärken-Differenzen messen könne, das ist aber nicht immer der Fall. So hält *Vierordt* die Schallstärke proportional der Schwere einer herabfallenden Kugel und

Digitized by Google

der Wurzel aus der Höhe (p. $\sqrt{h}$), andere nehmen p.h als Maß an, während tatsächlich auch die Substanz der Kugel (Blei, Stein) und die Beschaffenheit der Unterlage von Einfluß ist.

Ein weiterer Übelstand bei der Methode der richtigen und falschen Fälle ist die verschiedene Deutbarkeit der zweifelhaften Fälle: Fechner behandelt sie einfach als Nullfälle, G. E. Müller verlangt eine besondere Berechnung derselben; zum Glück hat diese theoretische Meinungsverschiedenheit keinen so bedeutenden Einfluß auf die praktischen Resultate. Sie sind nach der einen wie der anderen Behandlung ziemlich dieselben.

E. Kraepelin[1]) hält eine kritische Rückschau über die bisher in Anwendung gekommenen Methoden für Messung psychischer Akte. Am meisten hat bis jetzt die Methode der „richtigen und falschen Fälle" zu Diskussionen Veranlassung gegeben. Die Schwierigkeit kommt nach Kraepelin daher, daß man zwei verschiedene Schätzungsprinzipien dabei in Anwendung brachte. „Den Stein des Anstoßes bilden die Gleichheitsfälle und zwar die wirklichen, in denen objektiv beide Reize einander gleich sind, wie die scheinbaren, in denen die Reizdifferenz nicht als solche empfunden wird. Sollen letztere mit Lorenz als falsche Fälle behandelt werden? Aber psychologisch sind sie nicht dasselbe wie falsche Urteile. Auch die ‚zweifelhaften' Fälle sucht man vergebens dabei los zu werden."

Der einzige Ausweg liegt nach Kraepelin darin, daß man ein einheitliches Schätzungsprinzip, das der Ungleichschätzung einführt, was er und Jastrow bereits angewandt haben. „Das Verfahren läuft darauf hinaus, daß der Versuchsperson die Aufgabe gestellt wird, unter allen Umständen einen der beiden verglichenen Reize als größer zu bezeichnen; durch völlige Ausschließung objektiver Gleichheitsfälle wird dieses Urteil nicht unwesentlich erleichtert." Bei den meisten Methoden werden sehr wenig von einander unterschiedene Reize verglichen. Wir vermögen indessen, „namentlich bei solchen Reizen, deren objektive Maße uns geläufig sind, mit einiger Sicherheit auch noch andersartige Größenbeziehungen abzuschätzen, indem wir einen Reiz als ein bestimmtes Multiplum des andern erkennen. Da hier in der Regel wohl die Vergleichung des einen Reizes mit einem assoziativ erzeugten Phantasiebilde erfolgt, können wir alle Methoden, welche sich auf jene Erfahrung stützen, vielleicht als indirekte Maßmethoden den oben besprochenen direkten gegenüberstellen. Die nächstliegende derartige Methode wäre die von Merkel zuerst untersuchte

1) Zur Kenntnis der psychophysischen Methoden. Philos. Studien 1891. S. 493.

Digitized by Google

Methode der doppelten Reize, welche sich die Aufgabe stellt, einen Reiz gerade doppelt so groß zu machen als einen gegebenen." [1])

2. Die Methoden zur Analyse der Sinneswahrnehmungen laufen, da die Elemente der Sinneswahrnehmungen einfache Empfindungen sind, darauf hinaus, durch geeignete Mittel die elementaren Empfindungen aufzufinden und die Gesetze ihrer Verbindungen zur Herstellung von komplexen Wahrnehmungen zu ermitteln. Die elementaren Empfindungen können entweder direkt ermittelt werden, indem man aus ihnen die zusammengesetzte Vorstellung konstruiert, oder indirekt, indem man die Bedingungen abändert, unter denen eine Vorstellung zustande kommt, und aus den Resultaten auf die zusammenwirkenden Elemente schließt. Darnach hat man drei Methoden:

a) Methode der Zusammensetzung. Dieselbe wurde von Helmholtz mit Erfolg angewandt, um die Klänge aus ihren Partialtönen herzustellen. Dieselbe ist freilich nur anwendbar, wenn die Elemente bekannt, ihre Kombination verhältnismäßig einfach ist. Schon die Herstellung der Vokale mit tönenden Stimmgabeln kann nur annähernd die wirklichen Vokale erreichen. Der Wert dieser Methode ist kein durchaus selbstständiger, sie dient vielmehr dazu, die Analyse einer Probe zu unterwerfen.

b) Die Zerlegungsmethode. Dieselbe findet z. B. Anwendung in der Akustik, wenn durch einen Resonator, der auf einen Partialton eines Klanges abgestimmt ist, dieser verstärkt und so deutlich herausgehört wird. Durch wiederholte Anwendung des Verfahrens kann der Klang in alle seine Elemente zerlegt werden. Bei den Raumempfindungen läßt sich insofern keine Zerlegung vornehmen, als jede Partialempfindung wieder eine, wenn auch kleinere Räumlichkeit einschließt, es läßt sich aber doch mit Hilfe der psychophysischen Methoden die kleinste vom Gesicht oder Getast noch wahrnehmbare Ausdehnung ermitteln.

c) Die Variationsmethode verändert die Bedingungen, unter denen eine Wahrnehmung zustande kommt, und zwar entweder α) die subjektive, oder β) die objektive, oder γ) beide. Subjektive Variationen sind z. B., wenn man einen Gegenstand dem direkten und dem indirekten Sehen unterwirft, zwei Zirkelspitzen auf verschiedene Stellen der Haut setzt usw. Objektive Variationen sind Veränderung der Distanz, welche vom Gesichts- oder Tastsinn geschätzt werden sollen, die Erhöhung oder Verminderung eines Gewichtes um den eben merklichen Unterschied zu bestimmen. Bei der Schätzung von

1) Kraepelin wird allerdings von G. E. Müller stark widersprochen. S. unten.

Digitized by Google

Distanzen kann man eine Linie bald teilen, bald ungeteilt lassen, bald senkrecht, bald wagrecht stellen, die Distanz leer oder ausgefüllt machen usw.

Beide Arten von Variation sind verbunden bei stereoskopischen Versuchen, indem die Bilder und die Augenstellung verändert werden.

3) Die Methode der psychologischen Zeitmessung. Wenn es sich um Messung der zeitlichen Verhältnisse der psychischen Akte handelt, bieten sich zwei Methoden dar: die Reaktions- und die Vergleichungs-Methode.

a) Die Reaktionsmethode. Unter einfacher Reaktion versteht man eine möglichst schnell ausgeführte, vorher bestimmte Bewegung nach Auffassung eines einfachen Sinnesreizes von vorher bekannter Beschaffenheit. Es ist z. B. genau der Zeitmoment bekannt, in dem ein Ton erzeugt wird; sobald der Beobachter ihn hört, reagiert er darauf, indem er durch Druck auf einen Knopf die Zeiger eines Chronoskops zum Stillstand bringt. Die Zeit, welche von der Entstehung des Tones verfließt bis zur Reaktion am Knopfe, heißt einfach Reaktionsdauer und kann an einem genauen Chronoskop leicht abgelesen werden.

Es kann nun der Versuch dahin erweitert werden, daß nicht bloß die Auffassung eines Tones der Reaktion vorausgehen soll, sondern die Unterscheidung zweier Eindrücke. Und bei einem noch komplizierteren Versuche kann eine Wahl eingeschoben werden, derart, daß die Bewegung mit der rechten Hand auf den einen Eindruck, die mit der linken Hand auf den anderen erfolgen soll, oder in einem Falle gar keine Bewegung ausgeführt, also zwischen Ruhe und Bewegung gewählt werden soll.

Es bezeichne nun R die einfache Reaktionszeit, die man am Chronoskop abliest, Ru die Reaktionsdauer, die außer der einfachen Reaktion noch eine Unterscheidung, z. B. das Weiß vom Schwarz einschließt, Ruw die Reaktionsdauer, welche noch eine Wahl einschließt, so läßt sich die Zeitdauer des Unterscheidens U und die der Wahl W und des aus beiden zusammengesetzten Aktes durch Elimination leicht bestimmen. Denn es ist:

$$U = Ru - R,\ W = Ruw - Ru,\ UW = Ruw - R.$$

Entsprechende Gleichungen erhält man, wenn nicht zwischen zwei, sondern 3, 4, 5 Eindrücken unterschieden und Bewegungen gewählt werden sollen.

Durch dieses Eliminationsverfahren lassen sich beliebige andere psychische Akte nach ihrer Dauer messen. Man kann z. B. festsetzen, daß die Reaktionsbewegung, das Drücken auf den Knopf, erst dann ausgeführt werden soll, wenn die durch den äußeren Eindruck erregte

Digitized by Google

Vorstellung eine andere durch Assoziation erweckt hat; so erhält man für die Dauer einer Assoziation A = Rua — Ru, AU = Rua — R.[1])

b) Die Vergleichungsmethoden suchen die zeitlichen Verhältnisse mehrerer Sinneseindrücke durch Vergleichung zu ermitteln; Wundt unterscheidet α) die Komplikations- und β) die Reproduktions-Methode.

α) Unter Komplikation wird nach dem Vorgange Herbarts die Verbindung disparater Sinnesvorstellungen, z. B. einer Schall- und einer Licht-Empfindung verstanden. Schon aus astronomischen Beobachtungen war längst bekannt, daß, wenn der Durchgang eines Sternes durch den Meridian und der Pendelschlag der Uhr gleichzeitig erfolgen, beide Eindrücke doch nicht gleichzeitig aufgefaßt werden, sondern je nach der Richtung der Aufmerksamkeit der eine vor dem andern wahrgenommen wird. Auch können Sinnesreize, die auf einanderfolgen, gleichzeitig, ja in umgekehrter Ordnung als sie verlaufen, aufgefaßt werden. Die gewonnenen Messungen dieser Zeitverschiebungen müssen zu Aufschlüssen über die zeitlichen Verhältnisse der Apperzeptionsdauer führen.

Wundt hat nun einen Meßapparat konstruiert, welcher eine dreifache Anwendung der Komplikationsmethode gestattet: 1. Eintritt eines Schalleindruckes in eine regelmäßig ablaufende Reihe von Gesichtseindrücken, 2. Eintritt eines Tasteindruckes in eine regelmäßige Reihe von Gesichtseindrücken, und 3. Kombination eines Schall- und Tast-Eindruckes unter den gleichen Bedingungen. Bekannt war der wirkliche Moment des Eintrittes und gemessen wurde die Zeit der Wahrnehmung desselben, und so konnte die Verschiebung festgestellt werden. Doch davon unten mehr.

β) Die Reproduktionsmethode findet Anwendung auf dem Gebiete des Zeitsinnes. Bei der Reproduktion eines früheren Ereignisses oder eines Intervalles im Gedächtnisse wird dasselbe leicht verlängert oder verkürzt. Unter den verschiedenen Methoden, diese Veränderungen der Zeitschätzung zu messen, ist folgende, die am leichtesten zu fassende, von Wundt befolgte. Nennen wir die Zeit, deren Veränderung in der subjektiven Schätzung ermittelt werden soll, Normalzeit, und die ihr gleichgeschätzte Zeit Vergleichszeit, so ist die Aufgabe, zu einer gegebenen Normalzeit nach einem bestimmten Intervall eine Vergleichszeit festzustellen, die ihr gleich gehend erscheint. Für kleine Normalzeiten von 0,4—1,5 Sekunden werden zwei Metronome benutzt, ein Normal- und ein Vergleichsmetronom,

1) Diese „Subtraktionsmethode" wird beanstandet von H. Watt im Archiv f. d. ges. Psychol. 4. Bd. 1904 S. 403 ff.

Digitized by Google

deren Pendel durch Elektromagnete festgehalten und durch Stromunterbrechungen so in Bewegung gesetzt werden können, daß ein jedes zwei durch ein bestimmtes Intervall getrennte Schläge angibt. Das später schlagende Vergleichsmetronom wird solange variiert, bis ein eben merklicher Unterschied seines Schlagintervalles vom Normalintervall entsteht.

Weniger genau suchte Vierordt die Intervalle eines Pendels durch nachfolgenden Taktschlag nachzumachen und nach der Abweichung der Taktdauer vom Normalintervall die Zeitverschiebung festzustellen. Darüber ist noch ausführlicher weiter unten zu handeln.

Eine ganz neue Methode der Seelenforschung will Rudolph Müller[1]) zur Geltung bringen.

Dem Titel seiner Schrift nach zu schließen könnte man meinen, der Verfasser sei ein Vertreter der neueren experimentellen Psychologie, welche ja bekanntlich die exakten naturwissenschaftlichen Methoden auf das Seelenleben anzuwenden übernimmt. Aber diese Methoden sind dem Verfasser zu subjektiv und unwissenschaftlich; er will der Psychologie und damit der gesamten Philosophie eine neue sichere Grundlage schaffen durch eine ganz neue objektive und damit allein naturwissenschaftliche Methode: Es ist dies die Beobachtung an Hypnotisierten. Mit ihr haben sich freilich auch schon andere sehr fleißig beschäftigt; aber zu einseitig, indem sie nur die subjektive Seite des Seelenlebens in Betracht zogen. Der Verfasser will die Gehirnzustände, welche den psychischen Tätigkeiten entsprechen, durch die Aussagen der hypnotischen Medien auskundschaften. Diese besitzen nämlich in der Clairevoyance die Fähigkeit, genau die den verschiedenen Seelentätigkeiten entsprechenden Gehirnzustände zu erkennen, und zwar nicht bloß die eigenen, sondern auch die des Magnetiseurs, sowie derjenigen Personen, mit welchen derselbe sie in Rapport versetzt hat. Darnach gliedert sich „die objektive", „die hypnotische Inschaumethode" in drei speziellere: a) „die Methode der inschauenden Selbstbeobachtung", b) „die Methode der inschauenden Fremdbeobachtung", c) „die Methode der inschauenden Eigenbeobachtung". Alle drei können zusammen als „kombinierte Inschaumethoden" verwendet werden.

Alle Methoden der objektiven Seelenforschung haben dasselbe Ziel: „an der Hand des Veränderungsgesetzes jene Bedingungen aufzusuchen und festzustellen, welche als Ursachen die Bewußtseinser-

1) Naturwissenschaftliche Seelenforschung. Von Rudolph Müller. 1. Bd. Leipzig Arwed Strauch, fehlt Jahreszahl!

Digitized by Google

scheinungen und Bewußtseinskundgebungen mit Notwendigkeit und Allgemeingiltigkeit zur Folgewirkung haben."

Als Leitprinzip dient bei der neuen Seelenforschung, wie hier angedeutet ist, „das Veränderungsgesetz"; ihm ist darum der ganze 1. Band der objektiven Seelenforschung gewidmet. Die Resultate werden wir erst später erfahren. Was hat es denn nun für eine Bewandtnis mit diesem neuen Grundgesetz?

„Das Veränderungsgesetz besagt, daß alles, was ist, inbezug auf dessen Sein und Dasein eine Entstehungsursache und einen Zweck haben müsse. Es berechtigt uns damit, an jedes Objekt, an jede Wahrnehmung, ja an jeden Bewußtseinsinhalt, da er durch seine Entstehung eine Änderung unseres Bewußtseinszustandes bewirkt, viererlei Fragen zu stellen, die in ihrer Reihenfolge genau bestimmt sind, sodaß es ganz unmöglich ist, eine spätere Frage vor einer früheren zu beantworten."

Solche Fragen sind z. B.: Warum bist Du? Warum bist Du hier? Wozu bist Du? Wozu bist Du hier?

Der Verfasser verspricht der Menschheit großartige Erfolge aus dieser neuen Methode.

„Obliegt so der naturwissenschaftlichen Psychologie die Erforschung des Subjektivismus — des Ich — und der übrigen Naturwissenschaft die Erforschung aller Objekte — der Welt —, so hat die Philosophie die Resultate, zu denen die Forschung gelangt, in ihrer Gesamtheit zu beurteilen. Die Philosophie erhält daher die Grundlagen zur Lösung von zweien ihrer drei Probleme von der naturwissenschaftlichen Forschung beigestellt, nämlich von jenen der Seele und der Welt. Aber auch das dritte Problem, welches die Metaphysik betrifft, darf nicht beliebiger Weise durch Spekulation allein gelöst werden. . . . Erst durch den Ausbau der naturwissenschaftlichen Psychologie wird die große Lücke, die in der Reihe der Erklärungen unserer gesamten Erscheinungswelt übrig ist, ausgefüllt, und erst dadurch der Zusammenhang und die Vereinheitlichung der metaphysischen Grundlagen hergestellt. So eröffnet sich uns ein Ausblick auf die Möglichkeit der Erlangung einer auf die Gesetze der Natur fundierten Erkenntnis, die alle früheren, selbst die kühnsten Erwartungen weit übertrifft, — wenn es gelingt, die Aufgaben der naturwissenschaftlichen Psychologie vollständig ihrer Lösung zuzuführen."

Solche optimistische Hoffnungen können wir nicht teilen. Ein Wissenschaftsgebäude, das auf die Aussagen von dauernd oder vorübergehend unzurechnungsfähigen Medien aufgeführt wird, ist auf losen Sand gebaut.

Digitized by Google

Der Begründer der „naturwissenschaftlichen Seelenforschung" hat nun seine Experimente mit dem hypnotisierten und ins Innere schauenden Medium mitgeteilt. Wir führen einige Resultate an, um das Abenteuerliche dieser Methode und den grellen Unterschied von der in der experimentellen Psychologie gebräuchlichen zu beleuchten.[1]) Er ließ seine Sensitive von oben her in den Kopf hineinschauen, und sie gewahrte die Haare, die Kopfhaut, die Hautwurzeln, Adern und Nerven, die Schädelknochen porös und mit Blutgefäßen durchsetzt. Die harte Hirnhaut bezeichnete sie als eine glatte, dicke, feste, sich weit hinziehende Haut, die Spinnwebenhaut als ein schleierähnliches Geflecht von feinen Röhrchen. Dann versagte aber anfangs die Beschreibung:

„Da ist so vieles und vieles beisammen und alles in Bewegung, lebendig; dort und da und hier springt es auf, an vielen Stellen zugleich und gleich wieder an anderen, und das wogt ineinander, übereinander, durcheinander, — das läßt sich nicht so leicht sagen."

Auf die Frage, ob das vielleicht das Blut sei, antwortete sie:

„Wohl ist auch ein großes Gewirre von Äderchen und Blut da, doch das meine ich nicht, sondern das ist da drinnen am und im Gehirn. Da sind viele und viele solche Pünktchen, wie Mohn, und tausende und tausende Fädchen, in diesen strömt es nach vorn, nach rückwärts, von innen herauf und nach abwärts, das sieht aus, ähnlich wie ein Moussieren beim Eingießen von Sodawasser oder Bier."

Aufgefordert, den Verlauf dieser Fädchen, welche offenbar die Gehirnnerven darstellen, weiter zu verfolgen, meinte sie, das gehe besser, wenn sie in das Gehirn des Experimentators schaue. Auf den Befehl, dies zu tun, erklärte sie:

„Einige kann ich leichter verfolgen, andere nicht so gut, diese hier gehen nach innen und nach rückwärts, ebenso diese da, hier unten sind es schon dicke Stränge, die gehen in die Augen, diese in die Wangen, in die Backen, in den Schlund, — jetzt weiß ich auch, was das sind, das sind lauter Nerven und nichts als Nerven, das ist gar kein Gehirn, sondern nur alles Nerven."

Durch diese Aufschlüsse fand der Experimentator die gewöhnlichen anatomischen und physiologischen Vorstellungen bestätigt. Um nun auch die Ansicht, daß das Gehirn das Organ des Bewußtseins sei, zu prüfen, fragte er sie, was denn das Aufspringen der Pünktchen im Rindengrau veranlasse. Sie antwortete:

---

1) Das hypnotische Hellseh-Experiment im Dienste der naturwissenschaftlichen Seelenforschung. Von R. Müller. II. Bd.: Das normale Bewußtsein. Leipzig, A. Strauch.

Digitized by Google

„Das macht das Denken, das Sprechen, das Hören; wenn ich spreche, oder wenn Du sprichst, da entstehen solche — wie soll ich das nur nennen, — winzige Putzelchen oder Knötchen, fast möchte ich sagen Bläschen, aber ganz klein, bald wie feinste Nadelspitzen, manche größer, manche kleiner, verschiedenartig gestaltet; das ist das Sehen, das Hören, das Empfinden, das Denken."

Aber nicht bloß für „Bewußtwerdungen", sondern auch für „Willensimpulsierungen" fand der Experimentator durch die Inschau ähnliche Aufschlüsse.

Spezieller beschäftigte er sich mit den Sehnerven: Das Medium sah nicht bloß die Kreuzung der Optikusstränge, sondern auch ihre Verbindung mit der grauen Rindensubstanz. Sie treten nicht in den Gehirnmantel ein, sondern endigen mit „Spinnfußendchen". Bei der Reizung der Netzhaut sind diese Endchen in Bewegung, schwellen an, richten sich auf und kommen so mit der Gehirnrinde in Verbindung. Bei einem blinden Mädchen sah sie „die Faserendchen niedergedrückt, umgebogen"; „die sollten ja aufgestellt sein, das ist nicht in Ordnung, da kann dieser Saft und das Blut nicht an die Nervenröhrchen heran, einige davon sind leer und ganz schlaff."

Der Vf. findet hierin eine merkwürdige Übereinstimmung der Inschauerin mit den Ergebnissen der physiologisch-anatomischen Forschung. Aber diese Forschungen selbst sind noch in einem sehr unvollkommenen Zustande und wechseln von Tag zu Tag. Sodann ist nicht erwiesen, daß die Seherin von den modernen physiologischen Anschauungen keine Kenntnis hatte; ihre Gesichte machen den unwillkürlichen Eindruck von phantastischer Einkleidung unvollkommener wissenschaftlicher Vorstellungen. Der Vf. gesteht selbst ein, daß im besten Falle der Leser des Buches am Ende desselben weiß, was er früher schon wußte. Aber wozu dann die Inschau?

Nicht minder überspannt sind die Ansichten Ch. Ruths über die Erfolge seiner neuen Experimente in der Psychologie. Er glaubt auf dem untrüglichen Wege der exakten Beobachtung und des Experiments in die tiefinnersten Gehirnprozesse eingedrungen zu sein und in den unbewußten Regionen des Gehirns die psychischen Phänomene in ihren selbständigen Elementen und deren Zusammenschließung gefunden zu haben.[1]) Unter anderm glaubt er, aus dieser Erkenntnis eine wissenschaftliche Erklärung des „farbigen Gehörs" und der „Musikphantome" ableiten zu können. Den Wert eines Tonstückes

1) Induktive Untersuchungen über die Fundamentalgesetze der psychischen Phänomene. Eine neue Forschungsmethode. Darmstadt 1898.

Digitized by Google

bestimmt er exakt physiologisch.[1]) Wir werden auf seine Experimente weiter unten ausführlicher zurückkommen.

Die oben kurz angedeuteten Aufgaben, Methoden und Resultate liefern den besten Beweis für den wahrhaft wissenschaftlichen Charakter dieser exakten Seelenforschung; daß sie auch zu Spielereien, unnützen Kunststücken oder gar in dem Dienst moderner Lieblingsmeinungen und schwerer Irrtümer mißbraucht wird, darf uns kein Grund sein, sie abzulehnen, es liegt der christlichen Philosophie allerdings die Pflicht ob, solchen Mißbrauch zurückzuweisen, im übrigen alles Brauchbare bereitwilligst zu akzeptieren.

In allem Ernste haben Vertreter der experimentellen Psychologie ihren Materialismus oder Monismus, die Abstammungslehre, die Unfreiheit des Willens usw. durch diese Methode zu stützen versucht: wir werden diese Versuche an entsprechendem Orte als durchaus verfehlt dartun.

Schon jetzt wollen wir einen solchen Versuch von Herzen in seinen „Grundlinien einer allgemeinen Psychophysiologie" einer Kritik unterziehen, der, nachdem er als Begleiterscheinung der seelischen Tätigkeit experimentell Entwicklung von Wärme nachgewiesen, die Behauptung aufstellt, die psychischen Tätigkeiten seien ebenso wie Wärme nur eine besondere Form der Bewegung.

---

1) Experimentale Untersuchungen über Musikphantome und ein daraus erschlossenes Grundgesetz der Entstehung ... von Tonwerken. Darmstadt 1898.

Digitized by Google

Drittes Kapitel.

Mißbrauch der Psychophysik.

Zuerst schließt Herzen aus der Temperaturveränderung, welche die psychische Tätigkeit begleitet, auf den materiellen Charakter der letzteren, später noch aus deren zeitlichen Dauer.

„Da jede Form der Bewegung an die Produktion derjenigen Bewegungsform, welche als Wärme in die Erscheinung tritt, gebunden ist, und da die psychische Tätigkeit eine eigentümliche Form der Bewegung ist, so können wir schon hieraus deduzieren, daß die psychische Tätigkeit von der Hervorrufung einer gewissen Wärmequantität begleitet sein muß. Diese Deduktion wird nun tatsächlich durch das Experiment bestätigt." Solche Experimente hat M. Schiff. zumteil im Beisein von Herzen, angestellt und in einer eigenen Schrift ausführlich dargelegt. Wir entnehmen das hauptsächlichste dem Auszuge von Herzen im „Kosmos".[1])

Angeblicher experimenteller Beweis für die Temperaturveränderung infolge psychischer Akte.

Sobald das Versuchstier (Hunde) durch Kurare oder Alkohol narkotisiert und bewegungslos gemacht worden, durchbohrte Schiff den Schädel in gleichen Entfernungen von der Mittellinie und führte so symmetrisch die beiden Pole der thermoelektrischen Säule in das Gehirn ein. Die Folge davon ist eine starke Abweichung und langdauernde Oszillationen des Spiegels am Galvanometer[2]) im Momente

1) 1886 II., H. 6. S. 418.

2) Die Konstruktion des Galvanometers beruht auf dem Prinzip, daß zwei sich berührende oder durch einen Leitungsdraht verbundene Metalle von ungleicher Temperatur einen elektrischen Strom im Drahte erregen, der um so stärker in dem Ausschlage der Nadel sich kundgibt, je größer die Wärmedifferenz ist.

Digitized by Google

der Stromschließung. Wartet man, bis der Spiegel annähernd zur Ruhe kommt und berührt dann leicht eine der Extremitäten des Tieres, so zeigt sich eine starke Ablenkung des Spiegels. Dieses Experiment beweist, daß ein peripherer Reiz eine Temperaturdifferenz zwischen den beiden Punkten des Gehirns erzeugt, welche mit den Polen der thermoelektrischen Säule in Berührung sind. Nachdem Schiff nachgewiesen hat, daß diese Differenz von der Manipulation, die den Reiz hervorruft, unabhängig ist, sucht er die Frage zu beantworten, ob sie von einer Temperaturerhöhung an dem einen oder von einer Abkühlung an dem anderen Pole herrühre.

Bei Katzen und Kaninchen, die mit Kurare vergiftet worden, legte er die Hirnhemisphären in der Mitte ihres größten Durchmessers blos und stach eine der thermoelektrischen Nadeln in das mittlere Drittel der rechten, die andere in das innere Drittel der andern Hemisphäre. Hierauf reizte er mehrere empfindliche Punkte bald der rechten, bald der linken Körperseite. Alle diese Reizungen bewirkten eine Ablenkung, welche eine höhere Temperatur in der Nadel nachwies, die mit der r e c h t e n Hemisphäre in Kontakt war. War nun dieses Resultat einer wirklichen Temperatursteigerung des mittleren Drittels der rechten Hemisphäre zuzuschreiben oder einer Temperaturerniedrigung des inneren Drittels der linken Hemisphäre? Um diese Frage zu entscheiden, führte er die beiden Nadeln in verschiedene Punkte des Kleinhirns ein, ohne die Vierhügel oder das verlängerte Mark in Mitleidenschaft zu ziehen: weder die mechanischen noch die elektrischen Reizungen des Rumpfes oder der Extremitäten bewirkten jetzt eine Abweichung des Spiegels. Daraus ergibt sich, daß Reizungen des Rumpfes oder der Extremitäten nicht nach dem Kleinhirn geleitet werden. Als nun der Versuch derart wiederholt wurde, daß eine der Nadeln im Kleinhirn blieb, das seine Temperatur nicht verändert, die andere in der linken Hemisphäre, so zeigte die Reizung durch Ablenkung des Spiegels eine Temperaturerhöhung im Gehirn an. Daraus zieht nun Schiff den Schluß:

„Aus dem soeben Mitgeteilten scheint hervorzugehen, daß die Temperatur der mittleren Zone stets die der andern überragt. Es scheint also, daß die Gesichtseindrücke, obgleich sie auf das ganze Gehirn reagieren, einen ausgeprägteren Einfluß auf die mittlere Partie jeder der beiden Hemisphären besitzen und daß, wenn man die innere Partie mit der äußeren vergleicht, es die erstere ist, welche sich im Momente einer Gefühlserregung des Körpers tätiger zeigt."

Auch mit den höheren Sinnen stellte Schiff Experimente an. Der schrille T o n einer Pfeife bewirkte schnell eine starke Ablenkung des Spiegels. „Es gelang mir nur einmal, diese Erscheinung mit aller

Digitized by Google

wünschenswerten Genauigkeit zu konstatieren. . . . Wahrscheinlich bedarf es eines bestimmten Grades von Narkotisierung, damit das Gehör noch in dem richtigen Maße, das dieses Experiment erheischt, erregbar sei. . . . Bei diesen Beobachtungen war in acht Fällen die Abweichungsrichtung dieselbe wie in jenen Fällen, wo eine Hautreizung der Glieder vorgenommen worden war, in den anderen drei Fällen wich der Spiegel nach der entgegengesetzten Seite ab. Hier waren die Nadeln in den hinteren Lappen der beiden Hemisphären eingesenkt."

Es blieb nun noch zweifelhaft, ob diese Entwickelung von Wärme der Ausdruck war für die Leitung der Reize nach dem eigentlichen Zentrum oder der Ausdruck für eine Reflexaktion, einen psychischen Akt, von jener Reizung nach ihrem Eintreffen im Zentralpunkte hervorgerufen. Darum mußten Experimente mit nicht narkotisierten Tieren angestellt werden. Schiff hatte die Tiere durch Narkose unbeweglich machen wollen, damit nicht durch den Einfluß von Bewegungen und von Gemütserregungen in ihrem Gehirn Temperaturschwankungen hervorgerufen würden, wodurch die Wirkungen äußerer Reize verdeckt worden wären. Aber es zeigte sich, daß diese Vorsicht nicht nötig gewesen wäre, denn auch bei einem nicht narkotisierten Hunde, dem zwei thermoelektrische Nadeln ins Hirn versenkt worden waren, wurde nicht die mindeste Ablenkung des Galvanometers beobachtet, solange er nicht künstlich gereizt wurde. Das Tier schien sich in einem Zustande tiefer Schläfrigkeit zu befinden. Darum wurden bei den nächsten Versuchen die Hunde nur ätherisiert, um ihnen an zwei Stellen den Schädel zu durchbohren, welche mit zwei Stellen der Hemisphären korrespondierten, deren Temperatur beobachtet werden sollte. Durch diese Öffnungen wurden die thermoelektrischen Nadeln eingeführt. Das Tier wurde nun zwei Tage sich selbst überlassen, damit es sich erhole und die Nadeln in den Knochenwunden fest geworden wären, was auch meistens so weit geschah, daß die Tiere wieder fraßen. Das Versuchstier wurde sodann auf einen Tisch gelegt, mit Milch, Fleisch und Liebkosungen an die ungewohnte Lage gewöhnt, darnach wurde der thermogalvanometrische Kreis geschlossen, was eine starke Abweichung des Spiegels verursachte. Er kam aber verhältnismäßig viel leichter zur Ruhe, als bei narkotisierten Tieren. Es traten Momente vollständiger Ruhe ein, welche die weiteren Versuche sehr erleichterten.

Zuerst wurden wieder Hautreize vorgenommen. „Unverzüglich bemerkte man eine sehr starke Ablenkung des Spiegels um vier bis zwölf Teilstriche nach der einen oder der andern Richtung."

Der Geruchssinn wurde in folgender Weise gereizt. Wenn man dem Tiere zu wiederholten Malen eine kleine leere Papier-

Digitized by Google

rolle vor die Nase hielt, fand anfangs eine leichte Ablenkung des Spiegels statt, welche aber immer geringer wurde. Als aber darauf ein Stück gebratenen Specks in das Papier gewickelt und dem immer bewegungslos gehaltenen Hunde vor die Nase gehalten wurde, erweiterten sich seine Nasenlöcher, er beroch das Papier, und sofort wich der Spiegel 5—8° ab. Er kehrte auch nicht auf 0°, sondern nur bis 1° zurück, um von neuem 3—4° abzuweichen. Der Hund hatte nämlich während dieser Oszillationen den Speck immer noch vor der Nase. Er bewegte auch manchmal seinen Kopf, aber wenn dies nicht besonders stark geschah, wurden die Ablenkungen des Spiegels davon nicht modifiziert. Wurde in das Papier an die Stelle des Specks ein mit Kreosot getränkter Schwamm gesteckt, so wurde die Ablenkung zwar auch stärker, aber nicht so bedeutend, wie wenn Speck, Käse, gebratene Knochen ihm vorgehalten wurden.

Die Reizungen des Gehörs wurden auf dieselbe Weise vorgenommen, wie bei narkotisierten Tieren, aber die Erfolge waren viel ausgesprochener. Durch den schrillen Pfiff wurde der Spiegel nach derselben Richtung abgelenkt, wie nach den Geruchs- und Hautreizungen. Wurde der Pfiff in kurzen Zwischenräumen, alle 6—8 Minuten wiederholt, so war die Ablenkung das erste Mal immer am bedeutendsten, ließ aber später immer mehr nach, bis endlich nur noch eine Oszillation von ungefähr 2° stattfand. Wenn der erste Pfiff auch leichte Bewegungen in einigen Kopfmuskeln hervorbrachte, so verloren dieselben auch bei den späteren Pfiffen nichts an Kraft. Noch ausgesprochener zeigte sich dieser Umstand später bei den an Hühnern angestellten Versuchen, die alsbald besprochen werden sollen.

Der Gesichtssinn wurde in zweifacher Weise gereizt. Einmal wurden auf die Augen des Tieres die Strahlen eines Heliostaten gerichtet; sofort wich der Spiegel ab, aber nur um 4—8°. Wenn dies auch weniger ist, als man erwarten konnte, so erfolgte die Ablenkung doch so unverzüglich, daß an einem kausalen Zusammenhang nicht zu zweifeln war.

Die zweite Reihe der Versuche wurde nur an einem Hunde vorgenommen, weil er der einzige war, der hinreichend ruhig blieb. In einiger Entfernung von ihm wurde ein Regenschirm geschlossen gegen seine Augen gehalten. In dieser Stellung wartete man ab, bis der Spiegel zur Ruhe kam. Dann wurde der Schirm plötzlich geöffnet; es erfolgte eine Ablenkung bis zu 16°, obgleich bloß, wenigstens nach mehreren Versuchen, der Augapfel und die Lider sich ein wenig bewegten. Darauf wurde der Schirm geschlossen, der Hund verhielt sich bewegungslos. Nach 8—10 Minuten, als der Spiegel

Digitized by Google

fast auf 0 zurückgekehrt war, wurde der Schirm wieder geöffnet; die Ablenkung war ziemlich dieselbe. Erst bei späteren Wiederholungen nahm sie sichtlich ab. Eine Ablenkung fand aber immer statt, wenn auch eine minimale, selbst wenn man den Schirm bis neun Mal öffnete.

Bei allen diesen Versuchen, so interessant sie auch waren, war immer noch ein Bedenken möglich; die Versuchstiere waren durch die Vorbereitungen in einem geschwächten, krankhaften Zustande. Es empfiehlt sich, Tiere zu haben, welche starke physische Erregungen ertragen können, ohne sich zu rühren. Dazu waren nun Hühner besonders geeignet. Es ist schon seit Ath. Kircher bekannt, daß dieselben in ungewohnte Lage gebracht, z. B. lang hingestreckt, sich nicht regen, wenn sie auch noch so stark erregt oder bedroht werden. Auch zeigen sich die Hühner ziemlich unempfindlich gegen die Folgen von Hirnverletzungen. Darum konnte in das Gehirn junger Hühner eine kleine, thermoelektrische Säule versenkt werden, welche ganz von der Hirnmasse bedeckt wurde, und doch erlangten sie nach einiger Zeit wieder ihren normalen Zustand, was bei geeigneter Operation schon nach drei Tagen erfolgt.

Um nun die Tiere ganz unbeweglich zu machen, streckt man ihnen die Beine nach hinten dem Rumpfe entlang, umwickelt sie mit einem Tuche und läßt nur den Kopf und Hals oder eine zu zwickende Zehe frei. So in einen Porzellantrog gelegt, der eng anschließt, bleibt das Huhn stundenlang ruhig liegen, ohne sich auch nur zu rühren.

Um die Hautreize auf ihre Wärmeeffekte im Gehirn zu prüfen, wurde der Kamm, der Fußballen oder eine Zehe gekneipt, oder die Schwanzfedern leicht gezupft. Alle diese Reize bewirkten eine galvanometrische Ablenkung, die bald in der einen, bald in der andern Gehirnhemisphäre eine Temperaturerhöhung anzeigte und zwar bei demselben Tiere immer eine gleiche.

Plötzliche Gehörseindrücke ohne Bewegungen des Kopfes bewirkten Ausschläge des Spiegels von 9—13° und zwar immer für dieselbe Gehirnhemisphäre, welche auch bei den Tasteindrücken eine Temperaturerhöhung aufgewiesen hatte.

Um den Gesichtssinn zu reizen, wurde eine farbige Rolle vor den Augen des Tieres aufgerollt. Freilich war dieser Eindruck kein einfacher, sondern kompliziert durch die psychische Erregung infolge der plötzlichen Bewegung eines Armes des Experimentators. Aber durch häufige Wiederholung kann das Furchtgefühl allmählig ganz

Digitized by Google

abgestumpft werden, wie dies aus der Zahl der sukzessiven Ablenkungen auch bestätigt wurde. Denn es zeigt die

1. Reizung 14° Ablenkung
2. „ 12° „
3. „ 9° „
4. „ 8° „
5. „ 8° „ u. s. w. bis zur 11. Reizung.

Auch bei noch stärkeren psychischen Erregungen, z. B. bei schrillen Tönen: wie lautes Pfeifen, Hundebellen, Katzenmiauen, oder bei dem Erscheinen von wirklichen Hunden und Katzen, dem Vorhalten von Nahrungsmitteln nahm die anfangs starke Ablenkung rasch bis zu einem konstanten Minimum ab.

Was ergibt sich aus diesen Experimenten?

Aus diesen Experimenten zieht nun Herzen folgende Schlüsse:

1. Daß bei einem Tiere, dessen Nervenzentren vollständig intakt sind, alle sensibelen Eindrücke bis zu den großen Hemisphären geleitet werden und daselbst eine Temperaturerhöhung durch ihre Übertragung allein bewirken.

2. Daß die psychische Tätigkeit unabhängig von den sensibelen Eindrücken, welche dieselbe hervorrufen, mit einer Wärmeerzeugung in den Nervenzentren verbunden ist, welche Wärme quantitativ diejenige übertrifft, welche einfache Sinneseindrücke erzeugen.

Damit soll nun der oben angedeutete Satz bewiesen sein: „Da jede Form der Bewegung an die Produktion derjenigen Bewegungsform, welche als Wärme in die Erscheinung tritt, gebunden ist, und da die psychische Tätigkeit eine eigentümliche Form der Bewegung ist, so können wir schon hieraus deduzieren, daß die psychische Tätigkeit von der Hervorrufung einer gewissen Wärmequantität begleitet sein muß."

Dagegen läßt sich aber doch recht Triftiges einwenden. Über die Exaktheit der Beobachtungen wollen wir nichts bemerken, obgleich sich die Vermutung aufdrängt, es könnten die beobachteten elektrischen Ströme mit den von Du Bois-Reymond längst entdeckten negativen Schwankungen des elektrischen Stromes in der Nervenfaser im Augenblicke der Reizung im Zusammenhange stehen.

Diese Vermutung drängt sich um so stärker auf, als man keinen befriedigenden Grund einsehen kann, warum die Temperatur während der Empfindung in der einen Gehirnhemisphäre eine stärkere Erhöhung erfahren soll, als in der anderen. Es ist somit die Temperaturdifferenz als die Quelle des elektrischen Stromes mindestens zweifelhaft. Doch würde ein prinzipieller Unterschied zwischen der materialistischen und spiritualistischen Auffassung der Empfindung durch jene Aufzeigung

Digitized by Google

der Quelle der Elektrizität nicht geboten sein, zumal eine gewisse Asymmetrie der Hirnhälften auch aus anderen Tatsachen zu folgen scheint.

Die Empfindung ist kein rein geistiger Vorgang, mag sie nun von elektrischen oder thermischen Erscheinungen begleitet sein. Die Wahrheit ist, daß die Empfindung zweifelsohne chemische Veränderungen der Nerven- und Muskelsubstanz im Gefolge hat. Es kann als ausgemacht betrachtet werden, daß die Ermüdung der Nerven und Muskeln durch eine Anhäufung von Säure bedingt ist, welche sich durch die Funktion gebildet hat, und die durch das alkalische Blut wieder neutralisiert oder weggeschafft werden muß. Kein vernünftiger Mensch wird aber daraus schließen, daß Säureanhäufung Ermüdung ist. Ebenso ist auch Säurebildung nicht Empfindung oder Muskelbewegung. Nur das eine kann daraus geschlossen werden, daß Empfindung und Muskelbewegung ohne chemische Veränderung nicht möglich ist. Also müssen wir auch aus den Schiff'schen Versuchen schließen, daß Empfindung ohne Wärmeerzeugung in den funktionierenden Nervenzellen und Nervenröhren nicht möglich ist: nicht aber, daß die Empfindung Wärme oder eine andere Art materieller Tätigkeit ist. Daß mit der Funktionierung der Nerven Wärmeentwickelung verbunden sein werde, ließ sich nach Analogie aus der erhöhten Temperatur des fungierenden, von Nerven erregten Muskels schon vermuten. Ja dieselbe läßt sich a priori aus der Natur der Empfindung ableiten. Die Empfindung ist kein rein geistiger Akt, wie Denken, Schließen, Wollen, sondern wesentlich eine psychisch-körperliche Tätigkeit. Sie hat Ausdehnung, Gestalt, Umrisse, was nur vom körperlichen Organ geliefert werden kann, während das Innewerden, Erkennen oder Fühlen psychischer Natur ist. Das körperliche Organ kann aber nur durch körperliche Zuständlichkeiten an der Empfindung teilhaben. Nun reduzieren sich aber alle körperlichen Zuständlichkeiten, beziehungsweise Veränderungen von Zuständlichkeiten, durch welche die Empfindung bedingt ist, auf Bewegungszustände, auf Gruppierung, gegenseitige Annäherung und Entfernung der kleinsten Teilchen usw. Daß mit diesen Bewegungen auch Wärmeerscheinungen im Organe und in den sensibelen Nerven auftreten werden, ist von vornherein zu erwarten, da bei allen Naturprozessen Temperaturveränderungen beobachtet werden. Außerdem ist bei dem Umsatz einer Kraft in eine andere, worauf jeder Naturprozeß hinausläuft, eine Bevorzugung der Wärme in der Weise zu konstatieren, daß schließlich einmal alle Naturkräfte in Wärme, die fundamentalste und einfachste aller Bewegungen, umgesetzt sein werden. Was Wunder also, wenn

Digitized by Google

bei der Empfindung Wärme erzeugt wird? Um dies nachzuweisen, bedurfte es so grausamer Experimente nicht. Für den Materialismus ist damit aber gewiß nichts gewonnen.

Aber wir können noch weitere Zugeständnisse machen, ohne daß damit der materialistischen Auffassung des Geisteslebens in die Hände gearbeitet würde. Nicht bloß die Empfindung, die an die Nerven gebunden ist, auch rein geistige Tätigkeiten, wie Denken, Wollen, können von Wärmeentwickelung begleitet sein, ohne daß damit der rein immaterielle Charakter dieser Tätigkeiten im mindesten gefährdet erschiene. Durch Experimente ist es schwer, den Kraftverbrauch beim Denken und den Umsatz in Wärme, der dabei stattfindet, zu konstatieren: aber deren bedarf es auch gar nicht. Die tägliche Erfahrung lehrt ja, daß angestrengtes Nachdenken, leidenschaftliche Willensimpulse den Kopf zum Glühen bringen können. Mag diese Hitze auch zunächst nicht vom Gehirn, sondern vom Blute herrühren: gewiß ist, daß das Denken, sei es mittelbar oder unmittelbar, Wärmeveränderungen hervorruft.

Auch dies konnten wir von vornherein erwarten. Das Denken als solches, der freie Entschluß sind sicher geistige, immaterielle Akte. Aber, wie die Erfahrung lehrt, und wie es die Natur des Menschen als eines vernünftigsinnlichen Wesens verlangt, wird die sinnliche Tätigkeit gefordert, um der geistigen als Grundlage zu dienen. Das geistige Leben im Menschen entwickelt sich nur auf Grund des körperlichen, und in jedem einzelnen Falle muß der Geist sich nach den von der Sinnlichkeit erzeugten Bildern hinwenden, um von denselben seine immateriellen Begriffe zu entnehmen. Es muß also bei jedem Denkakte auch das Organ der Sinnlichkeit, das Nervensystem und vor allem das Gehirn erregt werden. Eine solche Erregung ist nicht möglich ohne Umsatz einer Kraft, einer Art von Bewegung. Bei einem solchen Umsatz läßt sich aber die Entwickelung von Wärme oder eine Abnahme der Temperatur mit hoher Wahrscheinlichkeit erwarten. Die tägliche Erfahrung bestätigt diese Erwartung auch nur allzusehr, da ja bekannt ist, daß angestrengtes Denken nicht bloß Hitze, sondern noch weit einschneidendere Veränderungen im Kopfe erzeugt. Es soll freilich damit nicht gesagt sein, daß die hier auftretende Wärme unmittelbar aus dem Umsatz von Nerventätigkeit entstehe; es ist viel wahrscheinlicher, daß durch die Anstrengungen des Gehirns der chemische Prozeß darin verstärkt und die Blutzufuhr nach dem Kopfe vergrößert wird. Aber immerhin ist auch so eine körperliche Veränderung Folge des Denkens, woraus aber nicht der geringste Schluß auf die Körperlichkeit des Denkprozesses selbst gestattet ist.

Digitized by Google

Eingehend hat neuerdings J. Soury die Wärmeentwickelung des Gehirns bei geistiger Arbeit mit Berücksichtigung der Arbeiten von Schiff, Tanzi, Béclard, Hill, Nabarro, Kiesow und besonders von Mosso untersucht.[1]) Mit Hilfe des Plethysmographen läßt sich nachweisen, daß unter dem Einfluß erhöhter psychischer Tätigkeit parallel der Kontraktion der peripheren eine Volumenzunahme der Gehirngefäße und damit ein erhöhter Zufluß von Blut einhergeht, womit zugleich eine Temperaturzunahme des Gehirns verbunden ist. Damit steht die andere Tatsache in Zusammenhang, daß bei Kontraktion der Muskeln Wärme entsteht. Daraus schließt man nun, daß zwischen den psychischen Prozessen und der Wärmeveränderung ein Kausalnexus bestehen muß, derart, daß auch die psychische Arbeit in letzter Linie ebenso wie die Wärme, die Bewegung als eine Form der Energie aufzufassen ist. So erscheint die Erforschung der psychischen Arbeit als ein physiologisch-chemisches Problem und das Gesetz von der Erhaltung der Kraft auch auf die den psychischen Prozessen in den Ganglienzellen des Gehirns zugrundeliegenden chemischen Prozesse anwendbar. „Auch die psychischen Erscheinungen können sich nur vollziehen, indem sie eine bestimmte Quantität kinetischer oder potentieller Energie verbrauchen, bezw. sich in Bewegung, Wärme, Elektrizität umsetzen."

Aber man sieht leicht ein, daß die letztere Folgerung: Die Umsetzung der psychischen Arbeit in Wärme aus den vorausgehenden Prozessen nicht folgt, ebensowenig als aus den das Denken begleitenden Wärmeerscheinungen folgt, daß das Denken als eine Form der materiellen Energie aufzufassen ist.

Allgemeine Gesichtspunkte.

A. Herzen ist aufrichtig genug, seinem Monismus bloß hypothetische Bedeutung zuzuerkennen.

„Die verschiedenen Auffassungen der Welt lassen sich sämtlich auf zwei Grundsysteme zurückführen, die als Monismus und Dualismus bekannt sind. Der Monismus schreibt alle Erscheinungen des Weltalls, mit Einschluß der psychischen Erscheinungen, der Umänderung oder Affektion einer einzigen unbekannten Essenz oder Wesenheit zu, der Dualismus dagegen bezieht sie auf zwei verschiedene Wesenheiten, die er zu kennen meint: auf Materie und Kraft, auf Körper und Geist. Nun sind aber diese beiden Hypothesen nicht allein wissenschaftlich gar

1) La thermométrie cerebrale. Revue philos. 1897 Nr. 4. S. 388 ff. Schäfer referiert darüber in Zeitschr. f. Psychol. und Phys., 1898, 16. Bd. S. 217 ff.

Digitized by Google

nicht bewiesen, sondern es läßt sich auch weder die eine noch die andere irgendwie beweisen; denn um eine derselben beweisen zu können, müßte man das Wesen der Dinge selbst kennen. Dieses aber ist unserm Verständnis unzugänglich. Es kann daher jeder zwischen Dualismus und Monismus wählen und diejenige Anschauung festhalten, die seiner Art zu denken und zu fühlen am besten entspricht. Dualist oder Monist sein, heißt nicht etwa eine wissenschaftliche Tatsache oder Folgerung anerkennen; es heißt vielmehr an die eine oder die andere Ansicht glauben — es ist ein Glaubensakt" [1])

Eine solche Bescheidenheit und Resignation können wir nun freilich in betreff unserer dualistischen Weltanschauung nicht üben; nicht etwa, weil unser Glaube zäher und unduldsamer wäre, sondern weil der Monismus wissenschaftlich unhaltbar und der Dualismus die notwendige Folgerung aus den Tatsachen ist. Schon diese ganze Begründung des religiösen oder philosophischen Indifferentismus, wie sie Herzen hier gibt, ist evident falsch. Wir kennen allerdings das innerste Wesen der Dinge durch Anschauung dieses Wesens nicht. Wir erschließen aber das Wesen der Dinge aus ihren Erscheinungen. Wenn es nun Erscheinungen gibt, die nicht auf ein Wesen zurückgeführt werden können, so müssen wir zweierlei Wesenheiten annehmen. Eine solche Zweiheit braucht nun freilich nicht inbezug auf Materie und Kraft, wohl aber muß sie inbezug auf Körper und Geist, inbezug auf Welt und Gott angenommen werden. Wir brauchen das innerste Wesen des Körpers nicht zu kennen, sondern brauchen nur soviel aus seinen Erscheinungen zu wissen, daß er ausgedehnt ist, träge ist, nur nach außen wirkt, um mit aller Bestimmtheit sagen zu können, daß nicht er, sondern eine von ihm verschiedene Wesenheit der Grund der einfachen, lebendigen, immanenten Erkenntnis und Willenstätigkeit sein kann. Diese von dem Körper verschiedene Essenz geben wir wieder nicht vor, tiefinnerlichst zu erkennen, aber das wissen wir aus ihren Erscheinungen, daß sie nicht wie der Stoff ausgedehnt, sondern einfach sein muß, nicht träge, sondern mit Selbstbewegung und Selbstbestimmung begabt.

Eine solche Erkenntnis der Wesenheit muß uns bei allen wissenschaftlichen und praktischen Fragen des Lebens genügen, und es begnügt sich auch Herzen damit, wenn er nach ihren Äußerungen eine chemische Substanz von der andern, den gasförmigen Zustand vom flüssigen und festen unterscheidet. Wir geben nicht vor, das innerste Wesen von Geist und Stoff zu kennen, soviel aber wissen wir, daß die monistische

1) Kosmos 1886, II. 1, S. 27.

Digitized by Google

Vereinbarung dieser Substanzen weit absurder ist, als einen Quarzkrystall für gleichen Wesens mit einem Diamanten zu erachten. Die Eigenschaften beider Mineralien sind zwar verschieden und verlangen daher verschiedene Subjekte, aber die Eigenschaften des Geistes sind denen des Stoffes gerade entgegengesetzt, verlangen also ein ganz anders geartetes, ein einfaches Subjekt. Die Verschiedenheit der Körper kann möglicherweise in einer verschiedenen Anordnung oder Proportion der Teile bestehen, aber das Einfache hat im Gegensatze zum Körperlichen gar keine Teile, es kann also nicht durch eine Modifikation eines Stoffes entstehen, sondern ist eine ganz eigenartige überstoffliche Essenz.

Die vorher gemachten Zugeständnisse nimmt Herzen freilich bald wieder so gut wie zurück, wenn er fortfährt:

„Allein wenn man, ohne der Logik Gewalt anzutun und ohne die positiven Angaben der Wissenschaft unter die Füße zu treten, Monist oder Dualist sein kann, so kann man es auf keinen Fall nur zur Hälfte sein. Denn einesteils, indem man von den Zeugnissen des Bewußtseins ausgeht und sich dagegen sträubt, den Verstand, das Gefühl, den Willen auf besondere Formen von Nervenschwingungen zurückzuführen, kann man eine immaterielle, einfache, ausdehnungslose, geistige Essenz annehmen, welche als Substrat der geistigen Erscheinungen zu betrachten wäre; dann aber muß man, um konsequent zu sein, diese seine Betrachtungsweise auch auf alle physiologischen, chemischen, physikalischen Erscheinungen ausdehnen und eine immaterielle Substanz auch als letzten Urquell der gesamten Ernährung, der chemischen Affinität, der Wärme ꝛc. voraussetzen, weil uns eben die Wissenschaft nirgends eine Grenzlinie andeutet, jenseits welcher es zwei Essenzen gebe, diesseits nur eine. Andernteils kann man sich auf die Angaben der Physik und Chemie stützen und anerkennen, daß sie darauf hinarbeiten, die dualistische Hypothese zu beseitigen, während sie zugleich der monistischen Hypothese Unterstützung gewähren, und dann kann man dazu letztere annehmen; in diesem Falle muß man aber auch logischerweise zu der Folgerung gelangen, daß dasselbe von den physiologischen und psychischen Erscheinungen gilt und zwar aus demselben Grunde."

Wir können eine Trennung der Gebiete in ein solches, welches monistisch und in ein solches, welches dualistisch zu erklären wäre, nicht als eine Halbheit oder Inkonsequenz, sondern als allein logisch und konsequent aus den Tatsachen abgeleitet erkennen. Denn wir dürfen doch nicht a priori dem Monismus oder Dualismus den Vorzug geben, da wir weder dem einen noch dem andern System von vornherein einen Vorzug oder gar eine ausschließliche Berechtigung vor dem andern zuerkennen können. Wir müssen vielmehr die Tatsachen

Digitized by Google

ins Auge fassen, und zusehen, ob dieselben so gleichartig sind, daß sie auf eine einzige Essenz bezogen werden können, oder so heterogen, daß sie zwei verschiedene Essenzen fordern. Nun ist es nicht unserer Neigung oder unserm Glauben überlassen, für die psychischen Erscheinungen eine einfache, geistige, unstoffliche Substanz vorauszusetzen, sondern nach dem Grundsatze: „Wie die Tätigkeit, so das Sein," und: „Die Tätigkeit kann nicht über das Sein ihrer Substanz hinausgehen," muß aus den Tatsachen des Bewußtseins, des Denkens, des freien Willens eine über dem Stoffe stehende Essenz erschlossen werden. Da nun am Stoffe solche Tätigkeiten nicht auftreten, welche eine andere als stoffliche Essenz verlangten, so müssen wir bei ihr stehen bleiben, und so zwei Gebiete, eines der geistigen und ein anderes der materiellen Substanzen unterscheiden.

Es mag sein, daß man nicht mit aller Sicherheit die Grenze bestimmen kann, wo das eine Gebiet anfängt und das andere aufhört: damit fällt aber doch die Grenze selbst nicht weg. Man kann nicht mit Bestimmtheit die Grenze zwischen Tier und Pflanze bestimmen: gibt es darum keinen Unterschied zwischen empfindenden und empfindungslosen Wesen? Im Spektrum gehen die einzelnen Farben so unvermerkt in einander über, daß auch bei der stärksten Vergrößerung nicht die Stelle auffindbar ist, wo Gelb in Rot oder in Grün übergeht: ist darum Rot, Gelb, Grün nur eine Farbe? Das Gesetz der Stetigkeit ist in der Natur und im Menschen und in der ganzen Welt so verbreitet, daß alle Extreme durch Mittelstufen mit einander verbunden erscheinen; es würden also alle Unterschiede in der Welt, auch die extremsten, in Wegfall kommen, wenn die Unmöglichkeit der Grenzbestimmung identisch wäre mit dem Fehlen der Grenze.

Wie wenig aber unser Dualismus eine inkonsequente Halbheit ist, mag daraus entnommen werden, daß wir gar nicht abgeneigt sind, denselben bis herab zu den anorganischen Stoffen durchzuführen, wenn die Tatsachen dies verlangen. Die Scholastiker nach Vorgang des Aristoteles lehrten eine Zusammensetzung aller Körper, auch der leblosen, aus einer einfachen, bestimmenden, aktuierenden Form und dem unbestimmten, potenzialen Urstoffe, in analoger Weise wie die lebenden Wesen, insbesondere die erkennenden, aus Seele und Stoff bestehen. Aber weil es nicht durchaus feststeht, daß die Einheit und Bestimmtheit der Körper bloß durch ein einfaches Wesensprinzip erklärt werden könne, wollen wir der Ausdehnung des Dualismus auf die anorganische Welt eine nur hypothetische Geltung beilegen. Aber konsequent sind wir im höchsten Grade: Wir nehmen nur da und nur mit dem Anspruch der Gewißheit den Dualismus an, wo und insofern er von den

Digitized by Google

Tatsachen gefordert erscheint. Die Tatsachen haben endgültig über Monismus und Dualismus zu entscheiden.

Darum ist der weitere Vorwurf, den uns Herzen macht, durchaus unbegründet:

„Insbesondere was die Psychologen betrifft, richten sie sich nicht etwa nach den wissenschaftlichen Tatsachen, sondern nach den Argumenten, welche ihnen die allerantiwissenschaftlichste Methode eingibt: diejenige, welche einen Schluß annimmt oder verwirft je nach den Konsequenzen, die man daraus ziehen zu müssen glaubt; ‚sie stigmatisieren', wie es Lewes so gut ausgedrückt hat, ‚jede Opposition als falsch unter dem Vorwand, daß sie herabwürdigend sei, und nicht etwa als herabwürdigend, weil sie falsch ist.' Sie vergessen, erstens daß die Wissenschaft gar nichts zu tun hat mit den sozialen, juristischen, moralischen oder religiösen Konsequenzen ihrer Schlüsse; zweitens, daß, welches immer diese Konsequenzen sein mögen, sie auf keinerlei Weise die experimentellen oder logischen Beweise eines auf wissenschaftlichem Wege hergestellten Schlusses zu entkräften vermögen, und drittens, daß, wenn solche Beweise existieren, und wenn sie genügend sind, man bei Strafe der Abdankung des eigenen Verstandes gezwungen ist, das was sie dartun, anzuerkennen, welches auch die daraus hervorgehenden Folgerungen seien".

Diese Ausführungen und Anklagen auf grobe Unwissenschaftlichkeit sind im höchsten Grade unwissenschaftlich. Denn es ist *erstens* einer der ersten Grundsätze der Logik, daß ein Satz, aus dem falsche Konsequenzen sich ergeben, selbst falsch sein muß. Denn aus wahren Sätzen kann, wenn Konsequenz in dem Schlusse ist, niemals ein falscher Satz abgeleitet werden.

Darum ist *zweitens* falsch, daß die Wissenschaft nichts zu tun hat mit den sozialen, religiösen, moralischen Konsequenzen ihrer Schlüsse. Wenn die Wissenschaft Sätze über den Ursprung und das Wesen des Menschen und sein Verhältnis zur Gottheit aufstellt, aus denen Irreligiosität, Unsittlichkeit folgt, dann sind diese Sätze wegen ihres solidarischen Zusammenhanges mit diesen Konsequenzen ohne weiteres als falsch zu verwerfen. Allerdings kann eine solche Konsequenz die wissenschaftlich festgestellten Schlüsse nicht entkräften: denn Wahrheit muß immer Wahrheit bleiben. Aber *drittens*, in dieser Lage befindet sich der Monismus seinen schlimmen Konsequenzen gegenüber nicht. Vielmehr ist derselbe, wie ja Herzen selbst einräumt, eine bloße Hypothese; Sittlichkeit, Freiheit, Religion sind aber feststehende Tatsachen. Wenn diese Hypothese solche offenkundige Tatsachen umstößt, so ist sie damit als evident absurd erklärt. Man

Digitized by Google

müßte darum den eigenen Verstand abdanken, wenn man trotz des Widerspruchs einer Hypothese mit den klarsten Tatsachen nicht jene, sondern diese verwerfen wollte.

Aber Herzen geht noch weiter, er leugnet einen solchen Widerspruch:

„Sie vergessen aber auch noch eine andere höchst wichtige Sache, nämlich, daß die Konsequenzen des Monismus und diejenigen des Dualismus genau dieselben sind, sofern man nicht überhaupt auf alles, was uns die positive Wissenschaft lehrt, verzichten will. In der Tat, was die Wissenschaft in vollkommenster und bestimmtester Weise beweist, das ist nicht die Existenz oder die Nichtexistenz der ‚Seele' als einer immateriellen Substanz mit allen den Attributen, welche ihr die Spiritualisten zuschreiben, sondern es ist vielmehr die Tatsache, daß jedesmal wenn psychische Tätigkeit stattfindet, zu gleicher Zeit Nervenschwingung erfolgt und umgekehrt."

Diese Gleichheit der Folgerungen aus dem Monismus und Dualismus ist schwer einzusehen und läßt sich durch kein Raisonnement, wenn es auch noch so sehr in wissenschaftlichem Gewand auftritt, dartun. Der Dualismus, beziehungsweise Spiritualismus folgert aus der Existenz der Seele die persönliche Unsterblichkeit, behauptet die Willensfreiheit, sittliche Verantwortung usw., während nach dem monistischen Materialismus die Seelentätigkeit und die Seele mit der Auflösung des Leibes erlöschen muß der Mensch als Stoff einer Selbstbestimmung und Sittlichkeit absolut unfähig ist. Daß auch der Spiritualismus zu denselben Konsequenzen führe, ist eitel Behauptung, wie auch, daß der hl. Augustin die Freiheit geleugnet habe: den inkonsequenten Luther wollen wir Herzen gerne überlassen, Leibniz kann er nur insofern für sich in Anspruch nehmen, als seine Prinzipien vom Optimismus und vom hinreichenden Grunde mit der Freiheit schwer vereinbar sind, nicht aber in dem Sinne, als wenn Leibniz die Freiheit hätte preisgeben wollen.

Wenn nun gar der Materialismus im Namen der Wissenschaft die Koexistenz von geistiger und Nerventätigkeit für sich in Anspruch nimmt, so begeht er einen so enormen logischen Fehler, daß er konsequent aller Wissenschaft den Todesstoß versetzen müßte. Wenn zwei Erscheinungen in Abhängigkeit von einander auftreten, so kommt das entweder 1. daher, daß die eine die Ursache der andern ist, oder 2. daß beide von einer dritten Ursache in Zusammenhang mit einander gesetzt werden, oder 3. daß die eine die Vorbedingung der andern ist. Eine vierte Möglichkeit, daß der Zusammenhang ein äußerer, rein zufälliger sei, wollen wir außer acht lassen; ein solcher ist

Digitized by Google

nicht leicht denkbar, wenn die Koexistenz zweier Erscheinungsreihen eine so konstante ist, wie sie zwischen Geistestätigkeiten und Nervenerregung beobachtet wird. Aber drei Möglichkeiten bleiben von vornherein für das konstante Zusammengehen psychischen und physischen Geschehens offen. Es ist also ein enormer logischer Fehler, ohne weiteres die materialistische Anschauung zugrunde zu legen, nach der das Körperliche die adäquate Ursache des Geistigen sein soll. Allerdings würden auch wir desselben Fehlers uns schuldig machen, wenn wir a priori die körperliche Erregung als bloße Bedingung oder als Material oder instrumentale Ursächlichkeit bezeichneten, da noch zwei andere Möglichkeiten offen bleiben: aber wir beweisen aus der Beschaffenheit der psychischen Tätigkeiten, daß sie mit den Eigenschaften des Stoffes im grellsten Widerspruche stehen, und somit nicht Äußerungen desselben sein können. Es bleiben also nur die beiden Möglichkeiten, entweder daß Psychisches und Physisches unabhängig von einander sind, und wie Leibniz meinte, durch eine von Gott „prästabilierte Harmonie" in steter Koexistenz mit einander bleiben, oder daß sich die Seele der körperlichen Zustände nur als Werkzeug bediene. Erstere Auffassung bietet so große Untunlichkeiten, daß man letzterer unbedingt den Vorzug geben muß. Aber durchaus verkehrt ist es, die spiritualistische Auffassung mit der Leibniz'schen zu identifizieren, wie Herzen tut. Denn aus der „Unmöglichkeit, den Wechselverkehr des Körpers mit dem Geiste zu verstehen", schließt man mit großem Unrecht auf die Unmöglichkeit dieses Wechselverkehrs selbst. Jedenfalls liegt dieser Wechselverkehr nicht darin, „daß eine physische Tatsache zu einer geistigen oder umgekehrt eine geistige Tatsache zu einer physischen wird." Es ist vielmehr die Sache so zu denken. Die Seele ist mit dem Leibe zur Einheit der Natur verbunden. Indem sie nun das Nervensystem belebt, muß jede Erregung der Nerven, insbesondere des Nervenzentrums auch die Seele erregen, die sodann in psychischer Weise reagiert, d. h. empfindet. Da in derselben Seelensubstanz sich auch ein vernünftiges Vermögen findet, so ist es nicht ganz unverständlich, wie durch die Sinnesempfindung das höhere geistige Vermögen zu entsprechenden geistigen Vorstellungen angeregt wird. Desgleichen erscheint es nicht unmöglich, daß die Seele die Nerven, welche sie belebt, errege und damit die körperlichen Organe in Bewegung setze.

Nach alledem glauben wir getrost behaupten zu dürfen, daß auch die Herzen'schen, anscheinend so exakten „Grundlinien einer Psycho-Physiologie" und seine Experimente eine Psychologie auf rein physiologischer Grundlage, d. h. eine Seelenlehre ohne Seele nicht zu begründen imstande sind. Wir müßten nun, um den positiven Nachweis für die Existenz einer

Digitized by Google

besonderen Seelensubstanz zu liefern, auf die Natur der psychischen Tätigkeiten, insbesondere auf das intellektuelle Erkennen und Wollen, auf das Selbstbewußtsein und die Willensfreiheit näher eingehen: doch führte uns dies hier viel zu weit. Wir können auf unsere Psychologie und Apologetik verweisen, zugleich aber auch die erfreuliche Erscheinung konstatieren, daß selbst von Seite der Naturwissenschaft bereits, wenn auch nur vereinzelte Versuche gemacht werden, die Immaterialität der Seele gerade mit Hilfe derjenigen Hilfsmittel darzutun, welche früher ausschließlich dem Materialismus dienstbar gemacht wurden.

Von besonderem Interesse ist in dieser Beziehung eine Schrift von Prof. Dr. Schmick,[1]) zumal der Verfasser sich in direkten Widerspruch mit dem Christentum setzt und auf rein wissenschaftlichem Wege die Existenz einer unvergänglichen Seelensubstanz nachzuweisen sucht. Es will mich nun freilich nicht bedünken, daß seine Gründe durchschlagend sind. Wenn er z. B. geltend macht, daß der intellektuelle Besitz unwandelbar sei, während die Materie des Körpers stets wechsele, daß bei anormalen Sinnen doch stets ein normales Ganze bleibe, daß eine Proportionalität zwischen verschiedenen Hirngrößen und den gedanklichen Leistungen in verschiedenem Alter und bei verschiedenen Kulturstufen fehle, daß im Gegenteil häufig ein antagonistischer Gegensatz zwischen körperlicher und geistiger Entwickelung beobachtet werde, daß im menschlichen Körper eine ungeheuere Menge lebendiger Kraft angehäuft sei, über deren Verbleib im Tode keine Rechenschaft gegeben werden kann usw., so sind das sicher sehr beherzigenswerte Verhältnisse, die dem groben Materialismus Verlegenheiten bereiten; aber zu sicheren Beweisen werden sie erst dann werden, wenn sie eine Vertiefung durch die Spekulation über das Wesen der geistigen Tätigkeiten erfahren. Hätte der Verfasser sich nicht gegen die Resultate der christlichen Philosophie durch Vorurteile abgeschlossen, dann hätte er seine Beweise für die Unsterblichkeit der Seele zu wahrhaft wissenschaftlichen machen können.

Den eigentlichen Grund für die Ablehnung einer geistigen Seele verraten uns manchmal die Monisten in unbedachten Äußerungen.

In dem Jahrbuch für Philosophie und spekulative Theologie[2]) werden folgende Äußerungen aus den amerikanischen Zeitschriften The philosophical Review und The psychological Review registriert.

---

1) Die Unsterblichkeit der Seele naturwissenschaftlich und philosophisch begründet. 3. Aufl. „Ein Wissen für einen Glauben." Leipzig 1886.

2) Von E. Commer. Paderborn, Schöningh. 1903. S. 397 ff.

Digitized by Google

„Nach meiner bescheidenen Meinung," sagt W. James in seinen ‚Talks to teachers', „gibt es keine ‚neue Psychologie' welche diesen Namen verdiente. Was wir haben, ist lediglich die Psychologie, welche zur Zeit Lockes begann, mit etwas Physiologie des Gehirns und der Sinne, etwas Evolutionstheorie und einigen Verfeinerungen der introspektiven Details." Derselbe schreibt: „Die Seele ist eine Entität und wahrhaftig eine von der schlechtesten Sorte, eine scholastische, und dazu noch etwas, was Heil oder Verdammnis treffen soll. Was mich betrifft, so bekenne ich offen, daß die Antipathie gegen die Seele, mit der ich mich belastet finde, eine alte Herzenshärte ist, von welcher ich nicht einmal mir selbst genügend Rechenschaft geben kann. . . . Ich will zugeben, daß wenn Seelen existierten, die wir als Erklärungsprinzip gebrauchen könnten, die formelle Erledigung der vorliegenden Fragen glatter zu Ende kommen würde, während Hirnprozesse und Ideen, mögen sie noch so synchronisch sein, gar keine vermittelnde Wirksamkeit aufweisen. Trotz dieser Zugeständnisse aber greife ich in meinem Psychologisieren niemals zur Seele. Wenige von uns wären imstande, für unser Mißfallen adäquate Gründe anzugeben."

Newbold gibt zu, daß „der Hirnrindeprozeß als solcher allein nicht genügt, um einen mentalen Zustand hervorzubringen, sondern dazu der Mitwirkung eines anderen Faktors bedarf. Diese Hypothese hat aber zu viel Ähnlichkeit mit der alten Seelentheorie, um in der zeitgenössischen Psychologie eine günstige Aufnahme zu finden."

Dagegen erklärt es C. L. Herrick in einer vor dem Psychologischen Verein gehaltenen Rede für „unwissenschaftlich, um nicht zu sagen unmoralisch, mit Ignorierung dessen, was die Beobachter der menschlichen Natur im Freien wissen, auf Grund einiger Tausende Reaktionen im psychologischen Laboratorium etwa den Determinismus aufzustellen oder die moralischen und religiösen Gesinnungen der Menschheit in Modifikationen von Lust und Leid aufzulösen oder auch die Berechtigung jener instinktiven Metaphysik abzuleugnen, ohne welche der Schulmann vom Geschäftsmann mit Recht als einer angesehen wird, dem es an gesundem Menschenverstand gebricht."

Den Materialismus von Herzen halten nur noch wenige: es ist der sogenannte psychophysische Parallelismus, der an die Stelle des Materialismus getreten ist. Man gibt den durchgreifenden Unterschied zwischen seelischen Tätigkeiten und leiblichen Zuständen zu, ja man übertreibt denselben so weit, daß man jeden Einfluß des Psychischen auf das Physische und umgekehrt für unmöglich erklärt und beides bloß nebeneinander parallel herlaufen läßt. Wir haben diese modernste Psychophysik eingehend in der Schrift „Der Kampf um die

Digitized by Google

Seele“ [1]) widerlegt: aber auch ohne näheres Eingehen auf diese Theorie ist ja jedem ohne alle Experimente klar, ja wir machen das Experiment fast in jedem Augenblicke, daß unser Wille auf den Körper, die Glieder und umgekehrt die Sinnesreize auf die Seele einwirken und Empfindungen und Vorstellungen bestimmen. Das ist kein Dualismus, wie man uns vorwirft: es wirkt nicht ein Wesen auf ein anderes, sondern die im Leibe und Organe verkörperte Seele auf ihre Glieder, auf sich, der Sinnesreiz nicht auf toten Stoff, sondern auf ein von der Seele belebtes Organ: Das ist die wahre von den Tatsachen geforderte Psychophysik der christlichen Philosophie.

1) 4. Vortrag S. 172–235.

Digitized by Google

Viertes Kapitel.

Meßbarkeit pſychiſcher Akte.

Am meiſten Bedenken gegen die Pſychophyſik erregt das Meſſen pſychiſcher Akte, welche als einfache Tätigkeiten nicht wie Größen gemeſſen werden können.

Eine unangreifbare Grundlage für die meſſende nicht nur ſondern für die Pſychologie überhaupt glaubt H. Münſterberg in ſeiner „Aktionstheorie“ gefunden zu haben. Eine „konſequente“ pſychophyſiſche Theorie läßt ſich nach ihm nur durch die Annahme erreichen, daß das geſamte geiſtige Leben nur ein unendliches Gefüge von Aſſoziationen iſt, auch die Apperzeption als eine Freitätigkeit der Seele muß fallen. Mit allen pſychiſchen Vorgängen ſind aber Muskelempfindungen verbunden, welche für das Seelenleben von der größten Bedeutung ſind. Dieſe Muskelſpannungen können wir am Kopfe deutlich z. B. beim Bejahen oder Verneinen wahrnehmen. Sie allein ermöglichen die Aſſoziation; denn Vorſtellungen können einander nicht beeinflußen; wohl aber verurſacht eine Bewegung eine andere. Indem nun die Muskelbewegungen zweier Vorſtellungen ſich „anziehen“, werden die ihnen entſprechenden Vorſtellungen mitgezogen. Insbeſondere läßt ſich nur nach dieſer Theorie eine Meſſung pſychiſcher Vorgänge bewerkſtelligen. Die Sinnesqualitäten ſind nicht nach Intenſität, ſondern nach Qualität verſchieden: ein höherer, ſtärkerer Ton iſt qualitativ von einem niederen, ſchwächeren unterſchieden. Da nun aber die Tonempfindung reflektoriſch eine Muskelſpannung erzeugt, ſo kann der Tonunterſchied an dem Unterſchiede der Muskelſpannung gemeſſen werden. Letztere kann fünfmal größer ſein als eine andere, weil ſie fünfmal länger andauert. Münſterberg glaubt dieſe Maßbeſtimmung auch experimentell nachweiſen zu können, indem es ihm ganz leicht wurde, den Unterſchied zwiſchen zwei Schallſtärken und den zwiſchen zwei Empfindungen der Arm-

Digitized by Google

bewegung als gleich zu schätzen. So kommt er schließlich zu dem Satze: „Die Gesamtheit der psychischen Erlebnisse weist als letztes Prinzip, über das hinaus wir nicht vordringen können, die Tatsache auf, daß jeder Bewußtseinsinhalt eine Muskelempfindung verlangt. Eine Gehirnerregung, welche nicht von zentripetalen Wirkungen oder gleichzeitigen zentralen Nachwirkungen begleitet ist, hat ihre physiologischen Folgen, erweckt aber keinen Bewußtseinsinhalt." [1])

Er hat seine Theorie auch experimentell bestätigt gefunden. Nach Münsterberg gibt es, wie gesagt, keine Assoziation von Vorstellungen, sondern nur von Bewegungen. Beim Memorieren von Wörtern ist niemals bloß ein Wort im Bewußtsein, sondern mindestens zwei; es bildet sich zwischen beiden und so allen übrigen eine Simultanassoziation aus. Ferner verbindet sich mit jeder Wortvorstellung eine Bewegung der entsprechenden Organe. Bewegungsassoziationen sind aber, wie das Gehen, Klavierspielen zeigt, etwas gewöhnliches. Vermittelst der sich anziehenden Bewegungen ziehen sich dann auch die ihnen entsprechenden (Wort-) Vorstellungen an. Zunächst führt er einen psychophysischen Grund für diese Theorie an: Es ist nicht einzusehen, wie eine Gehirnerregung eine folgende veranlassen soll. Aber den Hauptbeweis stützt er auf seine Experimente. Es wurden Versuche so angeordnet, daß die Versuchsperson von einer Reihe Buchstaben immer nur einen sah, also eine Gleichzeitigkeit des Bewußtseins von zweien ausgeschlossen war, und sie bei dem sukzessiven Anschauen von Buchstaben auf einer Wandtafel laut rechnen mußte, also eine Assoziation von Sprachbewegungen sich nicht bilden konnte. Der Erfolg war, daß über die Reihenfolge der Buchstaben 50 bis 80 mal mehr Irrtümer unterliefen, als wenn die Einübung der Sprechbewegungen und das gleichzeitige Sehen mehrerer Buchstaben nicht ausgeschlossen war.

Damit wäre das Bewußtsein nur der passive Schauplatz, über welchen Vorstellungen und Gefühle nach Gesetzen der Assoziation d. h. der Muskelspannung hinziehen. Nicht mit Unrecht nennt Münzenberg dieses sein System selbst „psychophysischen Materialismus", besser sein Lehrer Wundt materialistische Gehirnmetaphysik. Sehr launig hat E. G. Müller [2]) diese Muskelspannungspsychologie

1) Beiträge zur experim. Psychol. Freiburg, Mohr. Heft 1. Einleitung; Bewußtsein und Gehirn. 1889. Heft 2. Zeitsinn, Schwankungen der Aufmerks. 1889. Heft 3. Neue Grundleg. d. Psychophysik. 1890.

2) Berichtigung zu Prof. Münsterberg's Beiträgen zur experimentellen Psychologie. Zeitschrift für Psychologie und Physiol. d. S. 1893. 4. Band. S. 404 ff. Sarkastisch persifliert Müller die Muskeltheorie Münsterberg's. Dieselbe faßt Müller in fünf Punkte zusammen; „1. Die Muskelempfindungen

Digitized by Google

persifliert; denn eine ernste Widerlegung verdient sie nicht; er glaubte aber sich kurz fassen zu müssen, um nicht durch längeres Nachdenken eine Muskelverrenkung zu erleiden.

Auf diese Muskelpsychologie hat ein Pädagoge in allem Ernste bereits eine „Experimentelle Didaktik" gegründet. Ihm bedeutet „Wollen nichts anderes als bewegen"; darum braucht man nur mit dem Muskelsinn zu experimentieren, um das Wollen leiten zu können.[1])

Eine solche Grundlegung der Psychophysik kann eine wahrhaft wissenschaftliche Methode nicht brauchen. Darum müssen wir die Möglichkeit des Messens psychischer Zustände in sachgemäßerer Weise etwas eingehender erörtern. Es soll dies aber nur in allgemeinen Umrissen geschehen: im weiteren Verlaufe unserer historisch-kritischen Darstellung der experimentellen Psychologie insbesondere ihrer verschiedenen verbesserten Methoden wird die Möglichkeit schon von selbst hervortreten bezw. festgestellt und gegen die mannigfachsten theoretischen und praktischen Bedenken verteidigt werden.

Wenn es sich bloß um ein ungefähres Messen psychischer Akte, um ein *Schätzen* ihrer Größe, ihrer Stärke handelt, dürfte die Möglichkeit einer Messung wohl von niemanden ernstlich beanstandet werden. Die Empfindungen, Gedanken, Willensentschließungen haben allerdings keine extensive Größe: sie können also nicht wie eine Strecke, ein Gewicht, ein Volumen gemessen werden. Sie haben aber allesamt eine gewisse *Intensität*, und der eine psychische Akt ist intensiver als

---

dienen dazu, den mit ihnen verbundenen Empfindungen anderer Art eine höhere Klarheit zu verleihen. Jeder Bewußtseinsinhalt verlangt eine Muskelempfindung. Wo keine Muskelempfindung in den Bewußtseinsinhalt eingeht, verschwindet überhaupt jedes bewußte Erlebnis. 2. Die Muskelempfindungen liegen insofern, als sie hinsichtlich der Intensität variabel und von dem *absoluten* Werte der Muskelspannung abhängig sind, der Vergleichung kleiner Zeiträume zu Grunde. 3. Die Muskelempfindungen liegen insofern, als sie hinsichtlich der Intensität nicht variabel sind und nur von der *Änderung* der Muskelspannung abhängen, der Vergleichung von Empfindungsintensitäten und von Empfindungsunterschieden zu Grunde. 4. Die Muskelempfindungen sind Gefühle der Lust oder Unlust, wenn sie auf reflektorisch ausgelösten Streck- oder Beugebewegungen beruhen und mit den Vorstellungen der Reize verbunden werden. 5. Die Muskelempfindungen sind vom psycho-physischen Standpunkte aus betrachtet in ähnlicher Weise zugleich die logischen Akte der Bejahung und Verneinung." Diese Sätze sind so exorbitant, daß sie nicht besonders widerlegt zu werden brauchen.

1) *Lay*, Experimentelle Didaktik mit besonderer Rücksicht auf Muskelsinn, Wille und Tat. I. Allgem. Teil. Wiesbaden 1903. — Eine vernichtende Kritik dieser neuen Didaktik gibt O. *Willmann*, Allgem. Literaturblatt 1904. Nr. 17. S. 521.

Digitized by Google

der andere. Ein Schall, ein Geruch ist stärker als der andere, selbst ein Gedanke lebhafter als der andere, ein Willensakt energischer als der andere. Es haben also auch die psychischen Akte eine bestimmte Größe. Was aber Größe hat, kann auch gemessen zum wenigsten geschätzt werden. Schon wenn ich fühle, daß ein Schmerz heftiger ist als ein anderer, daß ein Licht heller ist als ein anderes, kann ich eine verstandesmäßige Vergleichung zwischen beiden Empfindungen anstellen, und damit ist das Wesen des Messens gegeben. Ich messe ja eine Empfindung an der andern: die eine wird als Maßstab an die andere gelegt. [1])

Freilich ist zum eigentlichen Messen mehr erfordert: ich muß zusehen, *um wie viel* eine Empfindung stärker ist als eine andere, oder genauer: *wie vielmal* in der zu messenden eine andere (der Maßstab) enthalten ist. Nun ist allerdings nicht zu leugnen, daß wir im allgemeinen nicht imstande sind, unmittelbar zu beurteilen, wie vielmal eine Empfindungsintensität in einer anderen enthalten ist. Es bedarf hier eines Umwegs, um eine Empfindung als Multiplum einer anderen hinzustellen. Diesen Umweg lehrt eben die Psychophysik, und wir wollen versuchen, ihn später mit *Fechner* zur Darstellung zu bringen. Vorerst mögen folgende Bemerkungen genügen.

Zunächst ist nicht zuzugeben, daß uns nur *ungefähre* Größenschätzungen im Gebiete des Psychischen möglich sind. Wir vermögen ganz genau die *Gleichheit* zweier Schallstärken, Lichtintensitäten zu erkennen. Wir erkennen genau, daß ein Ton *eben* etwas höher oder tiefer ist als der andere. Wir sind imstande, nicht bloß die Gleichheit zweier Empfindungen oder ihren *eben merklichen* Unterschied, sondern auch größere Differenzen mit ziemlicher Genauigkeit und durch Übung selbst *mathematisch genau* zu beurteilen. So erkennt der Musiker unmittelbar, ob ein Intervall eine Terz, eine Quint, eine Oktave ist. Legt man nun die chromatische Tonleiter zugrunde, bei welcher jeder halbe Ton vom andern gleichweit absteht, so ist das Verhältnis bekannt, in welchem jeder der Töne zum Grund-

1) Nach *A. Kirschmann* werden eigentlich nur *intensive* Größen gemessen. „Die Ausdehnung ist an und für sich nicht Größe; sie wird es erst dadurch, daß auf Grund der Änderung, die wir Bewegung nennen, die *Intensitätsvergleichung* auf sie angewendet wird. Es *gibt keine anderen als intensive* Größen. Auch der Raum, die Extension, ist als Größe *intensiv* (gemessen durch die Intensität gewisser Empfindungen). Alles Messen ist daher in letzter Instanz ein Messen intensiver Größen." Phil. Studien. 20. Bd. Festschr. zu Wundts 70. Geburtstag. I. Die Dimensionen des Raumes. S. 310 ff.

Digitized by Google

ton steht, nicht bloß das Verhältnis der Schwingungen, welche dem Tone zugrunde liegen, sondern der Tonempfindungen selbst; denn ein jeder halbe Ton hat vom nächsten den 12. Teil des Abstandes des Grundtones von der Oktav. Wer also die Quinte erkennt, urteilt, daß ein Ton 7 mal höher ist als ein anderer, wer die Terz, daß der höhere Ton 4 mal höher als ein anderer.[1])

Hier handelt es sich freilich um *Qualitäten* von Empfindungen, aber etwas Ähnliches gilt auch von *Intensitäten*. Jedermann lernt ziemlich leicht die „Größe" eines Sternes schätzen, d. h. beurteilen, ob derselbe in die 1., 2., 3., 4. Sternklasse gehört. Die Sternklassen werden aber nach Helligkeitsgraden bestimmt. Wer also z. B. erkennt, daß ein Stern in die 5. Klasse gehört, urteilt, daß er um 5 Helligkeitseinheiten lichtschwächer ist, als ein Stern der 1. Größe. Noch mehr: um die Abstufungen der Helligkeiten noch innerhalb derselben Klasse anzugeben, werden zwischen 2 Klassen noch 10 Helligkeitsstufen eingeschaltet. Ein geübter Astronom urteilt nun schon beim unmittelbaren Anblick, daß ein Stern von andern derselben Klasse um 2, 3 Stufen verschieden ist. Da man nun weiter weiß (davon mehreres weiter unten), daß die Abstufungen der Empfindung als Differenzen von Empfindungsintensitäten Quotienten der objektiven Lichtstärken entsprechen, so vermögen wir zu beurteilen, wie vielmal ein Licht heller ist als ein anderes, d. h. wir können durch die Empfindungen Lichtstärken *messen*.

In derselben Weise werden regelmäßig die Leistungen von Schülern, ihr Fortschritt, ihr Fleiß mehr oder weniger genau gemessen, wenn durch Zahlen, manchmal sogar durch Dezimalen, ihre Zensur-Noten ausgedrückt werden. Denn wenn die Noten 1. 2. 3. 4. 5. gegeben werden, so soll die Stufe 2 ebenso weit von 1 als von 3 und dieses wieder ebenso weit von 4 abstehen. Man *teilt* also die Geschicklichkeit in 5 gleiche Teile, womit das Wesen des Messens gegeben ist, denn Messen heißt ein und dieselbe Größe (das Maß) mehrmals an eine andere zu messende anlegen. Diese Gleichsetzung der einzelnen Abstände der Geschicklichkeit auf der Notenskala wird freilich schwer zu erreichen sein; sie beruht auf einer moralischen Schätzung: aber die prinzipielle Möglichkeit einer Messung geistigen Geschehens ist darin schon gegeben. Die moralische Schätzung kann aber selbst mathematischer Genauigkeit sich nähern. Wenn ein Schüler regelmäßig doppelt so viel Übersetzung liefert als ein anderer bei gleicher Qualität der Arbeit, so wird man seine Fertigkeit doppelt so groß nennen können. Oder wenn der eine durchschnittlich 5 Fehler im

1) Genaueres darüber unten.

Digitized by Google

Skriptum macht, ein anderer unter gleichen Bedingungen bloß 2, ſo wird die Fertigkeit des erſteren bloß $^2/_5$ der des letzteren betragen. Wenn man nun gar die Leiſtungen durch Dezimalſtellen ausdrückt, ſo geht man von der Vorausſetzung aus, oder muß ſie doch in Konſequenz dieſes Notenſyſtems machen, daß die geiſtige Fertigkeit in 10 gleiche Teile geteilt gedacht werden könne, von denen dem Schüler je nach Verdienſt eine oder mehrere zuerkannt werden.

Zu einer vorläufigen Orientierung über die Meßbarkeit pſychiſcher Zuſtände können auch folgende Bemerkungen des bedeutendſten experimentierenden Pſychologen der Gegenwart dienen. In einer Abhandlung der ‚Philoſ. Studien': „Über die Meſſung pſychiſcher Vorgänge" wendet ſich W. Wundt gegen einige Bedenken, welche Ed. Zeller inbetreff der Meßbarkeit von Bewußtſeinszuſtänden vorbringt. In einem Aufſatze, welchen dieſer in der Königl. Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin am 3. März 1881 verlas, heißt es:

„Die pſychiſchen Vorgänge ſind uns nur in unſerm Selbſtbewußtſein gegeben, ſie können daher nur mit Bewußtſeinserſcheinungen, alſo mit einander verglichen und an einander gemeſſen werden. Von welcher Maßeinheit können wir aber hierbei ausgehen? . . . Wenn wir zwei gegebene Bewußtſeinserſcheinungen mit einander vergleichen, ſo iſt die erſte derſelben der Maßſtab, den wir an die zweite anlegen. . . . . Auf die Frage aber z. B. um wieviel die eine Unterhaltung von der andern an Wert übertroffen worden ſei, iſt augenſcheinlich gar keine Antwort möglich."

Dagegen bemerkt Wundt treffend:

„Freilich auf die Hoffnung, die größere oder geringere Langweiligkeit einer Unterhaltung nach Zahl und Maß zu beſtimmen, wird die Pſychologie für immer verzichten müſſen, aber warum hat Zeller nicht auch den Phyſikern vorgeworfen, daß ſie nicht die Zahl der Waſſertropfen des Meeres angeben, oder die Bahn vorausbeſtimmen können, die ein vom Sturm gepeitſchter Kahn auf hohem Meere einſchlagen wird. Zeller gibt ja ſelbſt die Meßbarkeit pſychiſcher Vorgänge zu, wenn er das Weber'ſche Geſetz annimmt und als Beleg der Relativität unſerer pſychiſchen Maßbeſtimmungen anführt. Dieſes Geſetz iſt aber durch Meſſung der Empfindungsſtärke gefunden. Zwar ſpricht dasſelbe zunächſt eine numeriſche Abhängigkeit der Empfindungsſtärke von der Reizſtärke aus, aber zugleich auch die Abhängigkeit des Wachstums der Empfindung von einer bereits vorhandenen Empfindungsſtärke."

Es iſt aber nicht einmal zuzugeſtehen, daß wir bloß relative Maßbeſtimmungen im pſychiſchen Gebiete beſitzen: wir kennen bereits die abſolute Zeitdauer, die eine einfache Empfindung, eine Unterſchei-

Digitized by Google

dung usw. erfordert. Zeller hat offenbar die einschläglichen Versuche und Resultate zu wenig verfolgt.

Gegen diese kritischen Bemerkungen Wundt's richtete Zeller die Abhandlung: „Einige weitere Bemerkungen über die Messung psychischer Vorgänge", vorgetragen in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften am 16. März 1889. Hier bemerkt er nun, daß er nur eine direkte Messung psychischer Zustände geleugnet habe, nicht aber eine solche, die erst auf Grund von Messungen durch Schlußfolgerung und Rechnung erhalten werde.

Dagegen bemerkt nun Wundt mit Recht, daß fast alle Messungen, die in der Wissenschaft auf Genauigkeit Anspruch machen, nicht direkt vorgenommen werden, sondern mannigfacher Schlußfolgerungen und Rechnungen bedürfen, um die unvermeidlichen Fehler der direkten Messung zu eliminieren. Aber was noch wichtiger ist, wir können nur auf Grund direkter Messungen jene Kombinationen und Rechnungen vornehmen. Wenn man zur Bestätigung des Weber'schen Gesetzes [1]) sich bewußt sein muß, daß eine Empfindung gerade so intensiv ist als eine andere, so mißt man doch die eine durch die andere. Auch bei äußeren Messungen kann man nicht sogleich bestimmen, wie vielmal das zu Messende größer ist als der Maßstab, wie man nicht unmittelbar sagen kann, wie vielmal eine Empfindung stärker ist als eine andere: wir messen ein Gewicht, indem wir es durch ein gleiches äquilibrieren, eine Länge, indem wir wiederholt Stücke von ihr dem Maßstab gleich machen. Nur darin liegt ein Unterschied, daß wir nicht Empfindungswerte wie Gramme und Meter als feste Maßeinheiten aufbewahren können. Daraus folgt aber bloß, daß wir hier auf eine relative Größenschätzung beschränkt sind, wie sie im Weberschen Gesetze ihren Ausdruck findet. Wenn wir nun diesem eine mathematische Form geben, welche die Empfindungswerte auf die entsprechenden Reizwerte bezieht, so ist das allerdings ohne Rechnung nicht möglich; aber diese Rechnung stützt sich auf Experimente, in denen direkt eine Empfindung an der andern gemessen wird.

Die Geschwindigkeit psychischer Vorgänge soll nach Zeller nicht meßbar sein, weil es uns hier an einem genauen Maße der Geschwindigkeit, nämlich dem Verhältnisse des durchlaufenen Raumes und der Zeit fehle. Aber man kann doch messen und hat gemessen, wieviel Zeit eine Reihe von Akten oder auch ein einzelner, wie die Willensentschließung nach einem sinnlichen Eindruck, braucht, und damit ist die Geschwindigkeit der Akte bekannt. Dieselbe bemißt sich so gleichfalls durch Raum und Zeit, d. h. durch die Zeit, welche das zum

1) Davon mehr weiter unten.

Digitized by Google

Messen verwendete Chronoskop braucht, um eine bestimmte Zeigerbewegung zu machen.

Der eigentliche Begründer der Psychophysik ist G. Th. Fechner. Nachdem er die Ergebnisse seiner Experimente und Studien in verschiedenen wissenschaftlichen Werken: „Elemente der Psychophysik", „In Sachen der Psychophysik", „Revision der Hauptpunkte der Psychophysik" dargelegt, gibt er am Abende seines Lebens, bereits 86 Jahre alt, einen mehr gemeinverständlich gehaltenen Überblick über die Grundfragen dieser Wissenschaft in dem Aufsatze: Die psychischen Maßprinzipien in den ‚Philos. Studien' von Wundt.[1])

Wir wollen hier eine allgemein verständliche Darstellung der Frage über die Meßbarkeit und Messung psychischer Zustände nach Fechner's letzter und reifster Fassung geben. Dabei halten wir es zugleich für eine Pflicht gegen den Verewigten, die Einwände, welche namentlich nach dem Tode des genialen Forschers gegen seine Psychophysik erhoben worden sind, etwas genauer zu prüfen und auf ihren wahren Wert zurückzuführen. Schließlich wollen wir unsere eigene, ganz elementare Meßmethode vorlegen, welche, wie wir hoffen, von jedermann verstanden wird.

Fechner geht von einem Prinzipe aus, das von Physikern und Philosophen wohl angenommen werden dürfte. Seien mehrere Werte gegeben, die als wachsend und abnehmend gedacht, und somit als Größen bezeichnet werden können. Es sei auch die Möglichkeit gegeben, die Gleichheit und Ungleichheit je zweier solcher Werte zu beurteilen und es seien so Werte gleich gefunden oder gleich gemacht worden, so ist unwiderstreitbar ihre Gesamtgröße gleich dem zweifachen einer jeden einzelnen. Es kann nun jeder Bruchteil oder jedes Multiplum der gleich gefundenen Größen als Einheit betrachtet werden, an welcher die Gesamtgröße oder jeder Teil derselben gemessen werden kann.

Auf dieses Prinzip gründet sich jede physikalische Messung; es wird sich auch die psychische darauf zu gründen haben, wenn anders der oben aufgestellte Größenbegriff am Psychischen sich findet. Nun tritt freilich der Anwendung des Prinzips schon auf physikalischem Gebiete die Schwierigkeit entgegen, daß die Gleichheit zweier Werte nicht mit absoluter Schärfe angegeben werden kann, weshalb bei jeder Messung die Möglichkeit eines Fehlers, selbst eines konstanten bestehen bleibt. Aber es reicht zum wirklichen Messen hin, die Fehler so klein als möglich zu machen, sowohl durch die Schärfe der Beobachtungsmittel, als durch Wiederholung des Messens, um durch Mittelziehung die Fehler so viel als möglich sich ausgleichen zu lassen.

1) IV. Bd. 2. Heft.

Digitized by Google

Dasselbe läßt sich nun aber auch auf das psychische Gebiet übertragen, wenngleich die Schwierigkeiten der empirischen Anwendung des allgemeinen Maßprinzipes sich größer herausstellen. Es läßt sich das Gesagte an einem besonders lehrreichen und auch historisch merkwürdigen Beispiele erläutern.

Die Astronomen finden einen ebenso großen Helligkeitsunterschied zwischen den Sternen zweiter und dritter als zwischen denen dritter und vierter, vierter und fünfter Größe: darnach werden ja die Größenklassen der Sterne bestimmt. Es ist nämlich dabei nicht an eine physische Gleichsetzung etwa nach photometrischen Messungen zu denken, sondern wirklich an eine Gleichheit von psychischen Unterschieden; wurde ja die Größenbestimmung eingeführt, ehe noch Helligkeitsmessungen üblich waren, welche übrigens auch ein anderes Verhältnis als das der einfachen Gleichheit ergeben; dieselben zeigen nämlich, daß die physischen Helligkeiten der aufeinanderfolgenden Klassen nicht um gleiche Differenzen, sondern um gleiche Quotienten verschieden sind.

So ergibt sich denn aus der Tatsache, daß man Unterschiede von Empfindungen in einer der exaktesten Wissenschaften gleich zu schätzen vermochte und sich für berechtigt hielt, die Möglichkeit eines psychischen Maßes. Denn es ergibt sich daraus die Möglichkeit, den empfundenen Unterschied zwischen Helligkeiten in einem Teile der Helligkeitsskala dem empfundenen Unterschiede zwischen Helligkeiten in einem andern Teile derselben gleich zu finden.

Man kann auch nicht einwenden, die Abstufungen der Helligkeit seien rein konventionell, ohne daß die Stufen eine objektive Gleichheit beanspruchen. Dagegen spricht, daß die Astronomen ohne photometrische Messungen lediglich nach Empfindungsschätzungen die einzelnen Zwischenstufen nochmals in 10 gleiche Teile zerlegen und die Sterngrößen bis auf Dezimalen bestimmen.

Aber es gibt noch direktere Bestimmungen der Gleichheit von Helligkeitsunterschieden, welche man stets durch das Experiment zu wiederholen imstande ist. Es ist dies das Verfahren Plateau's und Delboeuf's, von W. Wundt das Verfahren der mittleren Abstufungen genannt. Seien A und B zwei Flächen und B heller beleuchtet als A, so zwar, daß es auch heller empfunden wird. Man kann nun eine noch hellere Fläche C hinzunehmen und deren Helligkeit so lange variieren, bis man ihren Helligkeitsunterschied von B gerade so groß empfindet, als den zwischen A und B. Oder: Zwischen zwei verschieden hellen Flächen A und C läßt sich eine dritte B einschieben, so daß sie in bezug auf Helligkeit zwischen beiden gerade in der

Digitized by Google

Mitte liegt. Hier liegt es nun auf der Hand, daß der Totalhelligkeitsunterschied AC durch zwei gleiche BA und BC gemessen werden kann. AC = 2 AB = 2 BC. In ganz gleicher Weise wird sich das Intervall zwischen 3. und 5. Sterngröße durch Einschieben der 4. in zwei gleiche zerlegen lassen.

Darnach kann man jeden psychischen Unterschied als ein bestimmtes Multiplum des Unterschiedes zwischen zwei benachbarten Gliedern einer Intensitätsskala ansehen. Wenn also ein Helligkeitsunterschied 2-, 3-, 4mal so groß genannt wird als ein anderer, so finden wir den Übergang von dem einen zum andern durch Einschieben von 2, 3, 4 gleichen Helligkeitsunterschieden.

Diese beiden Methoden der Helligkeitsgleichschätzung, die der astronomischen Bestimmung der Sterngrößen und die der mittleren Abstufungen, sind hier darum gewählt, weil man es bei ihnen mit endlichen Helligkeitsunterschieden zu tun hat, die weniger beanstandet werden können, als die sog. *eben merklichen* Unterschiede, von denen Fechner ursprünglich ausging. Damit ist aber nicht gesagt, daß nicht auch die eben merklichen Unterschiede auf verschiedenen Stufen der Intensitätsskala gleichgeschätzt werden könnten. Bei seinen Beobachtungen, z. B. mit Gewichten, hat Fechner sein Hauptaugenmerk darauf gerichtet, zu ermitteln, ein wie großes Gewicht zu einem andern hinzugefügt werden müsse, damit *eben* ein Unterschied empfunden werde, und ein wie großes zu einem noch größeren beigelegt werden müsse, damit *wieder eben* ein Unterschied empfunden werde. Diese eben merklichen Unterschiede auf verschiedener Höhe der Skala könnten nun wohl ohne Bedenken als gleich erachtet werden; es wurde aber noch eine besondere Aufmerksamkeit darauf verwandt, diese Gleichheit wirklich herzustellen und die dabei begangenen Fehler der Schätzung durch zahlreiche Versuche und Mittelziehung auf das kleinstmögliche Maß zu reduzieren.

Es läßt sich somit für empfundene Unterschiede oder Unterschiedsempfindungen auf Grund von Gleichheitsbestimmungen in verschiedenen Höhen der Reiz- und Empfindungsskala ein psychisches Maß gewinnen, so daß man sagen kann, wie vielmal eine kleinere Unterschiedsempfindung in einer größeren enthalten ist, und damit ist dem allgemeinen Maßprinzip entsprochen.

Nun ist freilich wahr, daß mit dem Maße der empfundenen *Unterschiede* noch keineswegs das Maß der Empfindungen, zwischen denen der Unterschied besteht, gegeben ist: und es müssen noch einige Zwischenglieder in die Deduktion eingeschoben werden, um auf dieses Maß zu kommen. Aber bis jetzt ist schon klar, daß prinzipiell ein

Digitized by Google

psychisches Maß nicht unmöglich ist; denn die Unterschiedsempfindungen können nur wieder Empfindungen sein. Es muß freilich, um die Empfindungen selbst, wie auch um die Unterschiedsempfindungen zu messen, noch Rücksicht auf die Reize genommen werden, deren Intensität in Parallelismus zu der Empfindungsintensität steht. Dazu bietet das sog. Weber'sche Gesetz dem Psychophysiker Fechner die Grundlage.

E. H. Weber war der erste, der über das genaue Verhältnis des Reizes zu der Empfindung exakte Versuche anstellte und überhaupt die Messung psychischer Vorgänge in die Wissenschaft einführte. Er fand das nach ihm benannte Gesetz, daß die Empfindung nicht so schnell wächst wie der Reiz, sondern daß dieser in geometrischer Progression wachsen muß, wenn die Empfindungsstärke arithmetrisch fortschreiten soll; z. B. der Reizstärke 10, 100, 1000 . . entspricht die Empfindungsstärke 1, 2, 3. . . Dieses Gesetz bildet den Ausgangspunkt der von Fechner sogenannten Psychophysik, auf dasselbe gründet er seine Maßformel für die Stärke der Empfindungsgrade. Zur Ermittelung derselben sind vorzüglich die Methoden ausgebildet worden, welche überhaupt zur Messung von seelischen Vorgängen dienen. Darum richten sich auch die Angriffe gegen die Psychophysik, welche entsprechend der Ausgestaltung dieser Wissenschaft durch Fechner eigentlich Psychometrie heißen sollte, gegen das Weber'sche Gesetz und dessen Ableitung aus den Versuchen.

Dieselben unterzieht einer Prüfung W. Wundt in dem Aufsatze: „Über das Weber'sche Gesetz". Wir wollen einige der wichtigeren Gedanken daraus mitteilen. Überhaupt hat es sich Wundt zur Aufgabe gestellt, das von Fechner begründete Gebäude der Psychophysik weiter auszubauen, dessen zahlreiche Lücken auszufüllen und durch das Experiment an die Lösung der psychologischen Probleme heranzutreten. Die Resultate sind in seiner „Physiologischen Psychologie" niedergelegt. Eingehender werden die von ihm und seinen Schülern angestellten Experimente, die daraus gewonnenen umfangreichen Zahlentabellen und Rechnungen mitgeteilt in seinen „Philosophischen Studien". Eine etwas abweichende Richtung macht sich in der „Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane," jetzt herausgegeben von H. Ebbinghaus und W. Nagel, geltend. So verschieden auch der Wert der Resultate sein mag, so wollen wir sie doch im folgenden in ihren Hauptumrissen, der streng mathematisch-wissenschaftlichen Form entkleidet, einem größeren Leserkreis zugänglich machen und so demselben ermöglichen, über den Stand der experimentellen Psychologie, insbesondere der Psychometrie, sich zu orientieren

Digitized by Google

und ein Urteil zu bilden. Dabei werden wir freilich oft Gelegenheit haben, unhaltbare Auffaſſungen einer Kritik zu unterziehen.

Die Faſſung, welche wir oben dem Weber'ſchen Geſetze gegeben haben, rührt eigentlich von Fechner her, der unter anderen Formen auch dieſe am leichteſten verſtändliche anwendet. Bei Weber lautet das Geſetz: Der Unterſchied zweier Reize muß proportional der Reizgröße wachſen, wenn gleich merkliche Unterſchiede der Empfindung entſtehen ſollen. Alſo in unſerm obigen Beiſpiele: Wenn die Empfindung von 2 auf 3 wachſen, gerade ſo viel an Merklichkeit zunehmen ſoll, wie von 1 auf 2, muß der Reiz wachſen von 10^2 auf 10^3. Nennt man den Reizzuwachs $\triangle R$ und den Reiz, welchem er zuwächſt, R, ſo iſt nach Weber

$$\frac{\triangle R}{R} = \text{Const.}$$

Dagegen lautet die Fechner'ſche Formel

$$K. \frac{\triangle R}{R} = \triangle E,$$

wo $\triangle E$ den dem Reizzuwachs entſprechenden ſehr kleinen Empfindungszuwachs bezeichnet, und K eine Konſtante, deren Größe von der Schnelligkeit des Aufſteigens der Empfindung mit dem Reize abhängt. In Worten lautet dieſes Geſetz: Der Unterſchied zweier Reize muß proportional den Reizgrößen wachſen, wenn gleiche Unterſchiede der Empfindung entſtehen ſollen.

In dieſer Faſſung wird in zweifacher Weiſe über die Weber'ſche hinausgegangen: 1° werden gleich merkliche Empfindungs-Unterſchiede identifiziert mit gleichen Empfindungsunterſchieden, und 2° werden die Empfindungen wirklich gemeſſen, was noch deutlicher in der daraus abgeleiteten Maßformel zu Tage tritt, welche die Empfindungsſtärke durch den Logarithmus des Reizes mißt. Beides hat aber für Wundt ſeine großen Bedenken.

Erſterer Punkt macht uns weniger Schwierigkeit als Wundt auf ſeinem Standpunkte. Er iſt nämlich der Anſicht, daß das Bewußtſein und die Aufmerkſamkeit die Stärke der Empfindung erhöhen könne, wie dies die Verſtärkbarkeit der Erinnerungsbilder durch die Aufmerkſamkeit und die Hörbarkeit ſchwacher Töne und Wahrnehmbarkeit ſehr ſchwacher Reize lediglich durch Verſtärkung der Aufmerkſamkeit zu fordern ſcheint. Aber es kann doch gewiß nicht geleugnet werden, daß im allgemeinen die Empfindungen in dem Maße merklich ſind, als ſie intenſiv ſind, d. h. daß ſie unſerm Bewußtſein ſich in ihrer Stärke darſtellen, welche ſie wirklich haben. Nun iſt unſer Be-

Digitized by Google

wußtsein und unsere Aufmerksamkeit gar manchen Schwankungen unterworfen, und kann dadurch die Proportionalität zwischen Merklichkeit einer schwachen Empfindung und ihrer Intensität eine Störung erleiden. Deshalb muß eben bei den Versuchen eine hinreichende Anzahl von Fällen unter den mannigfachsten Bedingungen des Bewußtseins eruiert werden, welche nach dem Gesetze der *großen Zahlen* jene zufälligen Schwankungen eliminieren.

Mehr Gewicht hat, wie es scheint, ein *zweites* Bedenken gegen das *Fechner'sche* Maßprinzip; denn es scheint im Gebiete des Psychischen an einem einheitlichen Maßstabe zu fehlen, der unverändert und immer konstant an die zu messenden Größen angelegt werden könnte.

Aber es ist durchaus zu leugnen, daß es im Psychischen keinen festen Maßstab gibt. Man kann, wie *Fechner* tut, als Einheit der Empfindung diejenige annehmen, welche von einem Reize von bestimmter Stärke erregt wird. Daß dieses Einheitsmaß von etwas Fremdem, dem Reize, abhängig ist, kann ebensowenig befremden, als daß wir die Kräfte nur durch die Bewegungen, die sie erzeugen, die Geschwindigkeiten durch die durchlaufenen Räume messen. Nun kann man allerdings diesen psychischen Maßstab nicht an die zu messenden Größen anlegen, aber die zu allem Messen notwendige Bedingung der *Vergleichung* zweier Empfindungen und ihrer Gleich- oder Ungleichschätzung ist durch die *Fechner'schen* Methoden sehr zureichend erfüllt. Man vergleicht zwei Empfindungen mit einander, welche durch wenig verschiedene Reize ausgelöst werden. Auf diese Weise findet man, welche Reizverstärkung eintreten muß, damit ein eben merklicher Unterschied der Empfindung stattfinde. Indem dies auf den verschiedensten Stufen der Intensitätsskala wiederholt wird, ergibt sich, daß gleich merkliche Unterschiede der Empfindungen nicht gleichen Reizzuwüchsen, sondern den Logarithmen der Reizzuwüchse entsprechen.

Die hier eingehaltene Beobachtungs- und Messungsmethode schließt sich aufs engste an physikalische Messungen an, die keinerlei Beanstandung unterliegen. Um z. B. Lichtstärken mit einander zu vergleichen, geht das Bestreben der Optik dahin, zwei gleiche Lichtempfindungen herzustellen. Dies geschieht z. B. indem man, wie bei den photometrischen Messungen, eine Lichtquelle, die gemessen werden soll, so weit vom Auge entfernt oder nähert, bis ihre Intensität der einer Normalkerze gleich geschätzt wird. Da man nun weiß, daß die Lichtstärke mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, so kennt man die objektive Lichtstärke der beiden Kerzen, und findet also, wievielmal die eine stärker leuchtet als die andere. Die psychischen Messungen

Digitized by Google

ſind dieſem ganz analog, ſo daß man nicht bloß gleich ſtarke Empfindungen durch Abänderung der Reize herſtellt, ſondern auch, wie wenigſtens bei der Methode der Minimaländerungen, ſolche Empfindungen, die ſich eben merklich unterſcheiden. Aber das begründet keinen weſentlichen Unterſchied von den phyſikaliſchen Meſſungen; denn das Urteil: Zwei gegebene Unterſchiede von Empfindungen ſind gleich merklich, hat die größte Analogie mit dem andern: Zwei Raum- oder Zeitſtrecken ſind gleich lang, oder: Zwei Luft- oder Schallſtärken ſind einander gleich.

Ein Hauptgegner des Fechner'ſchen Maßprinzips iſt Hering, der unter anderem geltend macht: Nach jenem Prinzip müßte ein Gewicht von 1000 Gramm zu 1000 gefügt, gleich der Gewichtszunahme von 100 auf 200 erſcheinen; denn $\frac{1000}{2000} = \frac{100.}{200.}$ Das iſt aber offenbar gegen die Erfahrung.

Wundt erwidert darauf, daß Hering dem Fechner'ſchen Geſetze ein ganz anderes ſubſtituiere, welches ungefähr lautet: Der Unterſchied zweier Reize muß proportional den Reizgrößen wachſen, wenn der Unterſchied gleich groß geſchätzt werden ſoll. Dieſes Geſetz ſei aber allgemein nicht richtig, wenigſtens nicht für die Fälle, wo wir außer unſerer Empfindung noch andere Mittel beſitzen, um die Reizſtärken zu ſchätzen.

Dieſe Antwort ſcheint uns aus zwei Gründen nicht genügend: erſtens weil nicht bloß die Reizzuwüchſe 100 auf 200 kleiner geſchätzt werden als 1000 auf 2000, ſondern auch die Verſtärkung der Empfindung im letzteren Falle offenbar größer iſt als im erſteren. Sodann würde die Wundt'ſche Antwort einſchließen, daß wir durch die Empfindungsſtärke keine Schätzung über die Reizſtärke mit Sicherheit anſtellen können, was die Zuverläſſigkeit des Sinnenzeugniſſes ſehr bedenklich herabſetzen würde und der Erfahrung jedenfalls nicht entſpricht.

Darum könnte man glauben, der nicht vollkommen gerechtfertigten Ausdehnung der Fechner'ſchen Differentialformel auf die Maßformel die Schuld an der Differenz zwiſchen Formel und Tatbeſtand in dem Hering'ſchen Beiſpiel zuſchreiben zu ſollen. Durch die Experimente wird nur dargetan, daß die eben merklichen Empfindungsunterſchiede nicht den Reizunterſchieden proportional ſind, ſondern dem Verhältniſſe von Reizzuwachs zum vorhandenen Reize; um einen gleich merklichen Empfindungsunterſchied bei ſchwachen Reizen auszulöſen, braucht es keines ſo ſtarken Zuwachſes, wie wenn der Reiz und die Empfindung viel ſtärker ſind; je höher die Reizſtärke, deſto ſtärker muß der Zuwachs ſein, damit eine gleich merkliche Steigerung der Empfindung eintrete.

Digitized by Google

Dies bezeichnet die Differentialformel:

$$\triangle E = \frac{\triangle R}{R} \cdot K.$$

Erst dadurch, daß man die Zuwüchse $\triangle E$ und $\triangle R$ als wirkliche Differentiale von unendlicher Kleinheit betrachtet, und manche andere Voraussetzungen macht, kann man durch Integrieren der Differentialgleichung eine Maßbestimmung für die Intensität einer endlichen Empfindung gewinnen von der Form:

$$E = K. \log. \frac{R}{R^1}$$

wo K eine Konstante, R den die Empfindung E auslösenden Reiz und R^1 den Schwellenreiz bedeutet, d. h. denjenigen Reiz, der eine eben merkliche Empfindung auslöst, die Empfindung soeben über die Schwelle des Bewußtseins hebt.

Wenn nun wirklich diese Formel durch die Erfahrung nicht bestätigt wird, wie dies der Hering'sche Einwand zu konstatieren scheint, so bin ich eher geneigt, an der Richtigkeit der mathematischen Voraussetzungen zu zweifeln, als an der Zuverlässigkeit unserer Empfindungen in betreff der Schätzung der Reize. Diese Zuverlässigkeit würde aber in der Wundt'schen Auffassung auf das bedenklichste kompromittiert; denn es handelt sich nicht um eine geringfügige Abweichung von der von der Formel verlangten Größe, sondern um eine ungeheuere Differenz, wie sie der Zuwachs der Empfindungsintensität eines Zuwachses von 100 Gramm zu 100 Gramm gegenüber dem Zuwachs von 1000 Gramm zu 1000 Gramm darstellt. Wenn wir aus dem Unterschiede der Empfindungen ohne andere Hilfsmittel so äußerst schlecht die Unterschiede der Reize schätzen können, dann können wir noch weit weniger den minimalen Änderungen der Empfindungen, wovon doch die ganze Ableitung des Gesetzes abhängt, trauen.

Indeß läßt sich die logarithmische Maßformel auch ohne Differentialrechnung ableiten, und Wundt hat nun selbst zugegeben, daß das Weber'sche Gesetz nur für Merklichkeitsgrade gilt, nicht für größere Intervalle. Er formuliert dasselbe in der 5. Auflage der Physiol. Psychologie strenger: Die Stärke des Reizes muß in einem geometrischen Verhältnisse aufsteigen, wenn der Merklichkeitsgrad der Empfindung in einem arithmetischen zunehmen soll.[1]) Ihm stellt er zur Seite das Merkel'sche Prinzip: Gleichen absoluten Unterschieden mehrerer Reize entsprechen bei großen Intervallen annähernd gleich merkliche Unterschiede der Empfindung.[2])

1) I. S. 494. — 2) I. S. 505.

Digitized by Google

Vom philosophischen Standpunkte aus erhebt Elsas[1]) gegen das psychische Empfindungsmaß besonders zwei Bedenken. Erstens kann er in der Empfindung überhaupt kein Größenverhältnis entdecken. Er sagt:

„Die Empfindung soll nach Fechner etwas Geistiges, Psychisches sein, dennoch aber Größe besitzen und sich mit ihresgleichen additiv verbinden, sich von ihresgleichen subtrahieren lassen. Ich gestehe, daß ich so etwas nicht begreifen kann; erkenntnistheoretische Grundanschauungen hindern mich daran. An einer Empfindung kann man meines Erachtens dreierlei unterscheiden: erstens den Reiz, der sie veranlaßt, auf den sie sich bezieht, der ihr Objekt ist, sofern man keine subjektive Zutat an ihm findet; zweitens die psychophysische Erregung, die letzten Folgeerscheinungen in unserem körperlichen Ich, welche durch den Reiz verursacht werden, das eigentliche Objekt, die Unterlage der Empfindung; drittens unsere Auffassung, Apprehension, unser Urteil über diese Unterlage. Wenn etwas an der Empfindung geistig, psychisch sein soll, so kann damit doch nur die Apprehension, das Empfindungsurteil gemeint sein. Wo ist dann aber die psychische Empfindung, der man Größe beilegen kann. Ich sehe nicht, wie man einer Ton- oder Farbenempfindung Größe beilegen kann, abgesehen davon, daß man Farben und Tönen Schwingungszahlen zu Grunde legt, auch nicht, wie man von einer geringeren Wärmeempfindung sprechen kann, wo nur eine Empfindung geringerer Wärme vorhanden ist. Daß wir unbedenklich von einer Steigerung und Verminderung der Empfindung im gewöhnlichen Sprachgebrauch als von einer Größenänderung reden, zeigt nur eine figürliche Verwendung des Größenbegriffs, wie man ja auch von einem großen oder kleinen Verstande redet, ohne dabei anders als bildlich die Kapazität eines Vehikels zu meinen."

Hiergegen läßt sich sehr Triftiges bemerken. Erstens ist außer den drei von Elsas in der Empfindung unterschiedenen Momenten ein wesentliches, ja das eigentlichste Moment derselben übergangen, nämlich die psychische Zuständlichkeit, welche mit der psychophysischen Erregung Hand in Hand geht, und die Grundlage zu einem Urteile bildet. Dieses Urteil z. B. über die Wärme eines Gegenstandes und über die Erwärmung, die er meiner Haut bringt, ist nicht die Empfindung selbst, sondern eine zufällige, nicht immer notwendig eintretende Begleiterscheinung derselben. Und zwar kann dieses Urteil sich auf die objektive Seite der Empfindung beziehen, wie wenn ich

1) ‚Phil. Monatshefte' 1888, 4. Heft: „Die Deutung der psychophysischen Gesetze", S. 129 ff.

Digitized by Google

sage: diese Farbe ist gesättigter als jene, oder auf die subjektive Seite, wie: diese Dissonanz ist sehr unangenehm. Es gibt aber auch Empfindungen, bei denen das objektive Moment mit dem subjektiven vollständig verschmolzen ist, wie z. B. beim Schmerzgefühle. Der Verfasser scheint übrigens unter dem Urteile, das er auch Apprehension, Auffassung nennt, das was wir hier Empfindung nennen, zu verstehen. Aber dieser Ausdruck ist doch bloß zutreffend für die objektive Seite der Empfindung, die freilich bei den höheren Sinnen, Gesicht und Gehör, sich so in den Vordergrund drängt, daß die rein subjektive Empfindung vollständig zurücktritt.

Nun ist aber klar, daß sowohl die Empfindung nach ihrer objektiven wie nach ihrer subjektiven Seite einer Intensität fähig ist, also unter den Begriff der Größe subsummiert werden kann. Denn ich urteile, daß der eine Schmerz stärker ist als der andere, wie ich urteile, daß die eine Farbe heller ist als die andere. Und dieses Urteil bleibt nicht bloß bei allgemeinen Vergleichen des Mehr oder Weniger stehen, sondern kann, wie wir oben Fechner nachweisen hörten, auch mathematisch präzisiert, und also die Empfindung gemessen werden. Es handelt sich mithin bei dieser Messung nicht um eine figürliche Verwendung des Größenbegriffes, sondern um eine Fassung der Empfindung nach ihrer objektiven Seite. Die Empfindung geringerer Wärme ist nicht Wahrnehmung einer geringeren äußeren physikalischen Wärme, sondern empfundene Wärme, es ist ein weniger intensives Wärmegefühl. Und die Intensität dieses Wärmegefühls kann nach von Fechner angewandten Methoden genau gemessen werden. Dabei müssen wir freilich zugeben, daß bei den mehr objektiven Empfindungen des Gesichts und Gehörs die Messung sich nicht wohl auf die subjektive Seite der Empfindung, sondern auf die objektive Qualität, auf den gehörten Ton, auf die gesehene Farbe bezieht, und gewiß will Fechner, wenn er von einer intensiveren Lichtempfindung spricht, nur die Empfindung eines intensiveren Lichtes, einer intensiveren Helligkeit verstanden wissen. Das ist keine figürliche Verwendung des Größenbegriffs, wie es auch keine bloße Figur ist, wenn man von einem größeren oder kleineren Verstande spricht. Die Denkkraft eines Menschen muß in sich intensiver sein, wenn sie extensiv sich auf mehr und schwierigere Gegenstände bezieht, ja man kann, wie wir oben sahen, selbst von einer doppelten Denkfertigkeit oder Denkkraft sprechen, dieselbe also messen.

Der andere philosophische Einwand Elsas' gegen das Maßprinzip lautet:

„Wenn Fechner das Maßprinzip auf psychische Werte anwenden

Digitized by Google

will, so setzt er bezüglich derselben die nicht genannte Eigenschaft der Zusammenfaßbarkeit durch Aggregation oder Addition voraus. Die Richtigkeit seiner Folgerungen hängt aber an dem Nachweise, daß die Größe einer Empfindung aus Addition von Teilempfindungen erwächst — nein, das wäre zu viel verlangt: daß sie als Gesamtsumme von Teilen aufgefaßt werden kann, zeigt sich doch an den Tonintervallen, die im Grunde nichts anderes sind als Unterschiedsempfindungen, daß es Größen, mathematische und physikalische Größen gibt, welche sich nicht additiv zusammensetzen."

Dagegen bemerken wir erstens: damit eine Größe gemessen werden könne, braucht sie nicht durch Addition zu entstehen, und zweitens bietet die Empfindung jene Zusammensetzung aus Teilempfindungen, welche zum Messen erforderlich ist.

Den ersten Punkt gibt Elsas eigentlich zu, wenn er sich verbessernd die Forderung einer Addition aus Teilempfindungen zurücknimmt und sodann erklärt, es gebe physikalische und mathematische Größen, welche sich nicht additiv zusammensetzen. Mathematische und physikalische Größen sind doch gewiß Größen im eigentlichsten Sinne des Wortes.

Nun aber kann jede Größe durch eine ihr gleichartige gemessen werden. Nach manchen besteht sogar das Wesen der Größe in der Meßbarkeit. Wenn das auch zu viel behauptet ist, so kann doch nicht geleugnet werden, daß es eine wesentliche Folge des Großseins ist, mit anderen Größen eine Vergleichung zuzulassen. Sobald also eine Größe als Einheit willkürlich festgesetzt ist, kann eine jede Größe derselben Art mit ihr verglichen, an ihr gemessen werden. Da also, wie wir gegenüber dem vorigen Einwand Elsas' zeigten, die Empfindungsintensität als eigentliche Größe bezeichnet werden kann, so muß auch ihre Meßbarkeit prinzipiell zugegeben werden.

Es läßt sich aber auch leicht der Nachweis liefern, daß es Größen gibt, deren Meßbarkeit über allen Zweifel ist, ohne daß sie aus Teilgrößen zusammengesetzt werden können. Nehmen wir eine Bewegung von bestimmter Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit ist eine Größe, welche man insofern aus Teilgeschwindigkeiten sich zusammengesetzt denken kann, als die in Zahlen ausgedrückte Bewegungsintensität mathematisch aus Einheiten sich zusammensetzt, was offenbar auch der Fall sein könnte, wenn die Empfindungsintensität in Zahlen ausgedrückt wäre. Aber wie die wirkliche Empfindung nicht aus Teilempfindungen resultieren kann, so auch die Totalgeschwindigkeit eines Körpers nicht aus partialen Geschwindigkeiten. Wohl können die Geschwindigkeiten von mehreren Körpern einem ein-

Digitized by Google

zigen Körper mitgeteilt werden, so daß nun annähernd dessen Geschwindigkeit gleich der Summe der Einzelgeschwindigkeiten wird. Es kann auch diese Totalgeschwindigkeit wieder auf mehrere Körper verteilt werden, sodaß die Geschwindigkeiten der einzelnen als Komponenten der ursprünglichen ganzen Geschwindigkeit betrachtet werden können; aber eine *Addition* mehrerer Geschwindigkeiten zu einer Totalsumme ist das nicht. Denn die Einzelgeschwindigkeiten sind keineswegs Teile der ganzen Geschwindigkeit, sondern ganz neue Geschwindigkeiten, von denen jede einem Teile der unzerlegten Geschwindigkeit gleich ist. Bei der Erzeugung der Totalgeschwindigkeit aus einzelnen *erzeugen* diese, jede eine ihr gleich große Beschleunigung des einen Körpers und bei der Zerlegung der Totalgeschwindigkeit in Einzelgeschwindigkeiten *erzeugt* erstere eine Anzahl von neuen geringeren Geschwindigkeiten. Sollte bei der Zusammensetzung und Zerlegung die schon vorhandene Geschwindigkeit bleiben — in welchem Falle allein von einer Addition und Subtraktion die Rede sein könnte — so müßten sich bei der Zusammensetzung die bewegten Teile mit ihren fortdauernden Geschwindigkeiten zu einem Gesamtsystem zusammensetzen, und bei der Zerlegung das ganze System sich in Teile auflösen, von denen jeder seine frühere Bewegung, die er im Ganzen hatte, beibehalten. Auf diese Weise wird aber keine Verstärkung oder Verminderung irgend einer Geschwindigkeit erzeugt.

Das nämliche findet statt, wenn eine Addition von Empfindungen vorgenommen werden sollte. Wenn mehrere empfindende Elemente sich vereinigen, so bleibt jedem seine eigene Empfindung, eine Verstärkung kann nicht stattfinden. Dies kann nicht einmal in der Weise geschehen, daß, wie bei der Bewegung, mehrere Teile ihre Empfindung auf ein einziges Element übertragen, wohl aber dadurch, daß die verschiedenen Reize, welche vorher auf die unterschiedenen Elemente wirkten, nun alle zusammen auf ein einziges gerichtet werden. Dies stimmt genau mit dem Falle, wo wir die Bewegungen mehrerer Massenteilchen auf die Beschleunigung der Bewegung eines einzigen richten. Und auch darin besteht Analogie, daß die Gesamtempfindung nicht einfach gleich, sondern kleiner ist als die Summe der von den einzelnen Reizen erzeugten Empfindungen. Wegen des unvermeidlichen Kraftverlustes bei der Übertragung einer Bewegung auf ein anderes Massenteilchen wird die Verstärkung einer Bewegung durch Einwirkung einer andern niemals gleich sondern kleiner als die erzeugende Bewegung sein. Nach Elsas ist diese Analogie erst recht eine vollkommene, weil nach ihm das Zurückbleiben der Empfindungsstärke hinter der Reizstärke von

Digitized by Google

dem Kraftverlust bei der Übertragung der Bewegung des Reizes auf das Organ herrührt.

Wenn nun dennoch die Bewegungsintensität gemessen, d. h. als eine Summe von Einzelbewegungen gefaßt werden kann, so gilt das nämliche auch von der Empfindung: und damit kommen wir an den zweiten Punkt unserer Entgegnung auf die Elsas'sche Schwierigkeit. Die Bewegungsintensität oder — um die bewegte Masse, von der dieselbe nächst der Geschwindigkeit abhängt, aus dem Spiel zu lassen — die Geschwindigkeit kann aus Teilgeschwindigkeiten bestehend gedacht werden, nicht bloß weil man den von einem Punkte in der Zeiteinheit zurückgelegten Raum, der als Maß der Geschwindigkeit gilt, in Teile zerlegen kann, sondern auch darum, weil man eine jede Geschwindigkeit als durch gleich große Beschleunigungen entstanden denken kann. In der Mechanik wird diese Auffassung fortwährend geltend gemacht, wenn man eine Geschwindigkeit von 0 an bis zu einer endlichen Größe durch unendlich kleine gleiche Inkremente heranwachsen läßt. Was steht denn nun im Wege, mit Fechner auch jede endliche Empfindungsintensität durch solche kleine Inkremente entstanden zu denken?

Weiterhin kann man jede Geschwindigkeitszunahme gewiß einer Geschwindigkeit eines anderen Körpers gleich machen. Dann ist offenbar die entstandene ganze Geschwindigkeit gleich der Summe der ersten und der hinzugekommenen Geschwindigkeit. So fortfahrend kann man eine Geschwindigkeit gleich der Summe von einer größeren Zahl von Einzelgeschwindigkeiten machen. Nun besteht aber auch keine prinzipielle Unmöglichkeit, daß die hinzukommenden Geschwindigkeiten alle unter sich und der ursprünglichen Geschwindigkeit gleich sind. Also kann die Gesamtgeschwindigkeit als Summe, und folglich auch als Produkt gefaßt werden, womit die Meßbarkeit gegeben ist. Nun aber gilt ganz Ähnliches von der Empfindungsintensität. Man kann einer Empfindung eine Verstärkung geben, die nicht nur einer beliebigen andern, sondern der bereits vorhandenen Empfindung ganz gleich ist, und diese verstärkte Empfindung wieder um eine gleiche Empfindung verstärken. Vorausgesetzt, daß das Weber'sche Gesetz in der Fechner'schen Fassung gültig ist, ist dazu bloß erforderlich, daß man die Reize nicht um gleiche Intensitäten verstärkt, sondern um verhältnismäßige Intensitäten. Wenn man z. B. mit dem Reiz 10 eine merkliche Empfindung erzeugt hat, so wird durch den Reiz 10^2 die Empfindung doppelt so stark, durch den Reiz 10^3 drei Mal so stark werden.

Diese Zusammensetzung der Empfindungsstärke durch allmähliche Zuwüchse hat in bezug auf elementare Unterschiedsempfindungen Fechner

Digitized by Google

tatsächlich bei seinen Experimenten ausgeführt. Indem er nämlich durch Versuche feststellte, welches kleine Gewicht zu einem größeren hinzugefügt werden muß, damit die Gewichtszunahme beim Heben gefühlt werde, ergab sich, wie das neue schwerere Gewicht als eine Summe von zwei Partialgewichten, so die verstärkte Empfindung als Summe zweier Empfindungen. Indem nun wieder durch Probieren gefunden wurde, welches neue Gewicht zu dem beim ersten Experiment erreichten hinzugefügt werden muß, um den Zuwachs beim Heben eben zu spüren, ergab sich eine neue Totalempfindung, die aus drei Empfindungen sich zusammensetzte: zwei kleineren einander gleichen und einer ersten größeren. Indem man auf diese Weise weiter experimentiert, kann man jede Empfindungsintensität aus einer Summe beliebig vieler Partialempfindungen zusammengesetzt denken oder selbst zusammensetzen.

Freilich ist damit noch nicht die Meßbarkeit der Totalempfindung ohne weiteres gegeben: dieselbe verlangt, daß alle Teilempfindungen einander gleich sind; in unserem Falle sind aber nur die kleinen Zuwüchse einander gleich. Ich kann also nicht sagen: die ganze Empfindung ist n mal größer als eine andere, was doch zum Messen gehört, sondern höchstens: sie ist n mal größer als eine andere *plus* der Anfangsempfindung. Aber man sieht leicht, daß diesem Übelstande dadurch abgeholfen werden kann, daß man die Anfangsempfindungsintensität gleich den zu ihr zuwachsenden Empfindungen nimmt. Dies wird dadurch erreicht, daß man von derjenigen kleinen Empfindungsstärke ausgeht, welche eben merklich ist. Man nimmt zu diesem Zwecke z. B. ein so leichtes Gewicht, daß es eben beim Heben gefühlt wird. Man bestimmt so z. B., wie schwer ein Korkkügelchen sein muß, um eben als schwer gespürt zu werden. Diese Gewichtsempfindung ist offenbar ebenso intensiv als die Unterschiedsempfindung, welche sodann beim Zulegen eines kleinen Gewichtes den eben merklichen Unterschied zum Gegenstande hat.[1]) Indem man immer neue Gewichte zulegt, welche *jeweilig eine merkliche Verstärkung* der Empfindung auslösen, setzt man schließlich eine Gesamtempfindung aus einer Zahl gleich großer Empfindungsintensitäten zusammen. Und damit ist der Forderung von Elsas, die zu messende Empfindungsgröße müsse als eine Summe gleicher Partialempfindungen aufgefaßt werden können, mehr als genügt.

Dagegen läßt sich aber folgendes einwenden und ist mehr oder weniger bestimmt eingewandt worden.

1) Daß sie nach der logarithmischen Maßformel = 0 ist, hat bloß mathematische Bedeutung. Ich nehme die ebenmerkliche Empfindung, die doch gewiß *etwas* ist, nicht im Nullpunkte selbst, sondern auf dem Punkte, wo sie sich *eben darüber* erhebt.

Digitized by Google

1° Jene elementaren Empfindungen, aus denen sich die Gesamtempfindungen zusammensetzen, sind nicht einander gleich. Denn einmal ist unser Empfindungsvermögen nicht so fest determiniert, daß es auf denselben Reiz immer mit derselben Empfindungsintensität antwortete. Sodann kann es sein, daß die Ebenmerklichkeit eines Zuwuchses auf verschiedenen Stufen der Reizskala verschieden groß ist.

Wir wollen nicht in Abrede stellen, daß die Empfindlichkeit unserer Organe Schwankungen unterliegt. Aber ebensowenig kann geleugnet werden, daß mit einer ziemlichen Konstanz bestimmten Reizen bestimmte Empfindungsstärken entsprechen. Tatsächlich hat man ja für alle Sinnesgebiete die kleinsten Reize bestimmt, welche eben noch vom Auge, vom Geruch, vom Ohr wahrgenommen werden können. Man braucht, um ein festes Resultat zu gewinnen, nur eine Durchschnittszahl aus zahlreichen Versuchen zu nehmen, wie dies bei allen genaueren Messungen in der Astronomie, Physik, Chemie usw. nötig ist.

Mit Unrecht zweifelt man daran, ob die ebenmerklichen Unterschiede immer auf jeder Stufe der Reizskala einander gleich seien; die Ebenmerklichkeit ist ja eine unveränderliche, zu jeder Zeit wenigstens bei gleicher Aufmerksamkeit gleiche Bestimmung. Nun kann man aber die Gleichheit der Aufmerksamkeit wenigstens innerhalb der kurzen Zeit, in der man zwei aufeinanderfolgende ebenmerkliche Empfindungszuwüchse herbeiführt, beurteilen, beziehungsweise zwei so kurz aufeinanderfolgende ebenmerkliche Empfindungszuwüchse unter gleicher Aufmerksamkeit erfahren. Können so zwei unmittelbar aneinander grenzende Unterschiedsempfindungen als gleich angesehen werden, dann aus gleichem Grunde die ganze Reihe.

Der Einwand läßt aber noch einen anderen Sinn zu: Die Merklichkeit der Unterschiede kann wohl und muß, weil es sich um Ebenmerklichkeit handelt, als gleich angesehen werden: aber vielleicht sind auf verschiedenen Reizhöhen verschieden starke Empfindungen gleich merklich. Es kann z. B. sein, daß bei schwachen Reizen die Unterschiedsempfindung eine verhältnismäßig große Intensität besitzen muß, um eben in's Bewußtsein zu treten, während bei stärkeren Reizen eine geringe Unterschiedsempfindung sich schon bemerklich macht oder umgekehrt.

Dieser Einwand setzt voraus, daß die Merklichkeit der Empfindung, also das Bewußtsein von derselben, mit ihrer Intensität nicht proportional ist. Nun geben wir wohl zu und haben anderwärts [1]) bewiesen, daß eine Empfindung vorhanden sein kann, ohne ins Be-

1) Vgl. unsere Psychologie. 4. Aufl. Münster, Theissing. S. 50 ff. Wir werden auch weiter unten darauf zurückkommen.

Digitized by Google

wußtsein zu fallen, namentlich wenn sie sehr schwach ist. und das Bewußtsein anderweitig in Anspruch genommen ist. Durch diese „unbewußten" Empfindungen bekommen die negativen Empfindungswerte, welche sich aus der Fechner'schen Maßformel für Reize unter dem Schwellenwert ergeben, eine sehr befriedigende Erklärung. Ist damit zugegeben, daß die Empfindung unter der Schwelle dem Bewußtwerden derselben, d. h. der Merklichkeit nicht mehr entspricht, so ist damit nicht gesagt, daß über der Schwelle die Merklichkeit der Empfindung nicht genau der Empfindung entspreche. Wenn die Aufmerksamkeit nicht anderweitig in Anspruch genommen ist, muß die Empfindung sich wie jeder innere Zustand der Seele genau mit ihrer Intensität dem Bewußtsein aufdrängen, und also bei gleichgehaltener Aufmerksamkeit müssen Empfindungen, die gleich merklich sind, d. h. gleich ins Bewußtsein fallen, auch gleich sein. Wollte man das Bewußtsein in bezug auf Schätzung gleicher Empfindungen für trügerisch erklären, dann haben wir überhaupt kein sicheres Mittel mehr, die Gleichheit oder Verschiedenheit innerer Tatsachen zu beurteilen. Wir können nicht wissen, ob die Lust an einem Gegenstande größer ist als die an einem andern, ob zwei Schmerzgefühle einander gleich sind oder nicht. Simmel hat gegen Ed. v. Hartmann zu beweisen gesucht, daß wir die Äquivalenz zwischen Lust und Schmerz nicht zu bestimmen vermöchten, aber die Gleichheit zwischen Lust und Lust, zwischen Schmerz und Schmerz kann doch nach übereinstimmender Ansicht beider Parteien mit aller Bestimmtheit erkannt werden.

2⁰ Wird eingewandt: damit die Gesamtempfindung durch gleiche Zuwüchse von Empfindungen sich zusammensetze, in der Weise, wie oben dargelegt wurde, müßten die Zuwüchse, d. h. Empfindungsunterschiede, Teile der ganzen Empfindung sein; nun aber weist uns das Experiment nur Unterschiedsempfindungen, Empfindungen von den aufeinanderfolgenden Zuwüchsen auf. Von Unterschiedsempfindungen zu Empfindungsunterschieden ist aber ein sehr jäher Sprung.

Zur Widerlegung dieses Einwandes können wir auf die Ausführungen Fechner's verweisen, die dartun, daß das Weber'sche Gesetz recht wohl auf Empfindungsunterschiede übertragen werden kann. Aber auch aus unserer Darlegung ist ersichtlich, daß die gesamte Empfindung aus aufeinanderfolgenden Zuwüchsen, welche zunächst Unterschiedsempfindungen bedeuten, sich aufbaut. In der ganzen Empfindung ist nichts anderes, nicht mehr und nicht weniger als die Summe jener Unterschiedsempfindungen, plus der ursprünglichen eben merklichen Empfindung. Aus ihnen setzt sie sich als aus ebenso vielen gleichen Teilen zusammen; diese können also als Teilempfindungen, d. h. als

Digitized by Google

Empfindungsunterschiede angesehen werden. Behalten wir aber auch den strengen Begriff der Unterschiedsempfindung bei, so ist auch die Gesamtempfindung eine Unterschiedsempfindung, nämlich eine Empfindung des Unterschieds ihrer Größe von Null, von der Nichtempfindung. Diese Unterschiedsempfindung ist aber doch sicher aus den einzelnen Unterschiedsempfindungen als aus gleichen Teilen zusammengesetzt. Will darum jemand steif darauf beharren, die zu messende Empfindung sei nicht durch Addition von unterschiedenen gleichen Empfindungen entstanden, so muß er doch zugeben, daß eine größere Unterschiedsempfindung aus kleineren gleichen Unterschiedsempfindungen resultieren könne. Und damit haben wir die prinzipielle Möglichkeit, psychische Akte, zum wenigsten Unterschiedsempfindungen zu messen, dargetan.

Am zuversichtlichsten hat wohl H. Ebbinghaus die Fechnerschen Maßprinzipien zu widerlegen unternommen. Er geht von dem Grundsatz aus, daß zum Messen selbst des Räumlichen immer drei Elemente gegeben sein müssen.

„Zwei Orte sind bloß übereinstimmend oder nicht übereinstimmend in ihrer Lage, sonst nichts. Werden aber drei in Betracht gezogen, so können die zwischen ihnen bestehenden Ortsverschiedenheiten, die Distanzen verglichen werden, und diese sind nicht mehr nur gleich und ungleich, sondern sie sind auch größer und kleiner in bezug zu einander, und namentlich können sie als Vielfache von einander beurteilt werden. Von zwei Punkten a und b liegt einfach der eine oben, der andere unten. Bei drei Punkten a, b und c kann a verglichen mit c mehr oder weniger oben, höher oder tiefer liegen als b verglichen mit c; die Ortsverschiedenheit a/c kann ebenso groß, größer oder kleiner sein als die Ortsverschiedenheit b/c. Ist eine beliebige Ortsverschiedenheit b/c erstens ebenso groß wie die Ortsverschiedenheit a/b und zweitens eine Verschiedenheit derselben Art wie a/b (d. h. liegen a, b, c in einer Geraden), dann ist die Distanz a/c das Doppelte der Distanz a/b (oder b/c); sie enthält die letztere zweimal in sich; ausgezählt oder gemessen in der Einheit a/b (bzw. a/c) hat sie den Zahlwert 2. . . . Ganz dieselbe Art von Meßbarkeit, die für das räumliche Empfindungsgebiet besteht, besteht (im Prinzip) auch für alle übrigen Empfindungsgebiete. . . . Wie zwei Orte, so sind auch zwei Helligkeiten, an und für sich betrachtet, lediglich gleich oder ungleich und weiter nichts. . . . Numerisch bestimmter wird die Verschiedenheit von Helligkeiten für die unmittelbare Empfindung erst dann, wenn ihrer nicht mehr zwei, sondern mindestens drei vorhanden

Digitized by Google

sind, und nicht mehr die einzelnen Helligkeiten, sondern die zwischen ihnen bestehenden Verschiedenheiten oder Distanzen verglichen werden."[1])

Dieser Einwand ist aus dreifachem Grunde untriftig. Erstens trifft der Vergleich der Ortswahrnehmungen mit den Empfindungsqualitäten nicht zu. Ein Ort als solcher ist gar nicht Gegenstand der Wahrnehmung, und noch weniger einer Messung; denn es gibt keinen Ort, der größer oder intensiver wäre als ein anderer. Oder genauer: Entweder sind die Orte a, b, c Punkte oder ausgedehnte Flächen. Sollen sie unteilbare Punkte sein, dann sind sie nicht wahrnehmbar und nicht meßbar, wenn ihrer auch noch so viele sind. Sollen sie aber ausgedehnte Bezirke sein, und solche müssen sie sein, um mit dem Auge oder dem Tastsinn wahrgenommen werden zu können, dann sind sie, wenn auch nur zwei vorhanden, mit einander vergleichbar, und kann der eine größer sein als der andere, der eine doppelt, dreifach so groß als der andere.

Zweitens läuft Ebbinghaus in dem Ausdrucke Distanz eine Zweideutigkeit unter. Wir messen wohl die Distanz zweier Empfindungsstärken; aber diese Distanz ist doch nicht eine räumliche, wie bei der Entfernung zweier Punkte, sondern zwei oder drei Empfindungen können doch wieder nur um Empfindungen von einander abstehen. Wenn also zwei Empfindungsdistanzen mit einander verglichen werden, und die eine größer als die andere bezeichnet wird, so wird eine Empfindung größer als eine andere gesetzt. Wenigstens hat Fechner ausdrücklich nachzuweisen gesucht, daß das, was von Unterschiedsempfindungen gilt, auch von Empfindungsunterschieden gelten muß.

Drittens hat zum Überfluß Fechner fast in derselben Weise wie Ebbinghaus die gleichen Abstände zweier Empfindungen von einer mittleren benutzt, um zu zeigen, daß die größte das Doppelte der kleineren beträgt.[2])

Damit wird auch der andere gegen Fechner's negative Empfindungswerte gerichtete Einwand hinfällig. Negative Empfindungen sollen nach Ebbinghaus solche sein, welche entgegengesetzten Distanzrichtungen, z. B. absteigenden und aufsteigenden Tonfolgen, Morgendämmerung und Abenddämmerung usw. entsprechen. Allerdings könnte man auch dieses Verhalten durch positive und negative Vorzeichen ausdrücken: aber auch der Empfindungswert, der um eine bestimmte Größe von der Bewußtseinsschwelle absteht, kann negativ genannt werden.

R. Wahle bestreitet die Meßbarkeit von Empfindungsintensitäten, weil er überhaupt keine Intensität in den Empfindungen zugibt.

1) Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane. 1890. S. 326 ff.
2) S. oben S. 48.

Digitized by Google

Dies bedarf keiner langen Widerlegung: daß eine Tonempfindung stärker ist als eine andere, ein Licht heller als ein anderes gesehen wird, daß ein Schmerz heftiger als ein anderer, ist doch so einleuchtend, daß es im Ernste nicht bestritten werden kann. Aber selbst die Intensität der Empfindungen zugegeben, hält er eine numerische Vergleichung zweier Empfindungsintensitäten, worauf alles Messen hinausläuft, für unmöglich.

„Nun kann aber andererseits, trotz der vielleicht willig hingenommenen Idee der Stärke einer Empfindung, niemand fühlen, wenn er ausschließlich auf seine Empfindung selbst achtet, um wie viel Empfindung eine seiner Empfindungen z. B. seine Wärme- oder Druckempfindung stärker ist als eine andere. . . . . Jedem Versuche, auf Grund von rechnerischen Spekulationen ein Vielfaches in einer Intensität zu behaupten, wird die Überzeugung vernichtend entgegentreten, daß das Bewußtsein der letzte Richter, Augenzeuge und Sachverständiger in Sachen des Bewußtseins ist. Die Ursachen des Bewußtseins können dem Bewußtsein zwar verschlossen sein; wohl kann eine Nervenleistung, die doppelt so groß ist als eine andere, einer bestimmten Empfindung zugeordnet werden; aber dem Bewußtsein kann man nicht weiß machen, daß etwas in ihm ist — etwa eine Doppeltheit — wovon es nichts weiß. Und wenn das Bewußtsein nicht weiß, daß eine Empfindung zwei-, zweieinhalb-, dreimal so groß ist als eine andere, so kann so etwas auch nicht in die Psychologie eingeführt werden." [1])

Daß diese Beweisführung nicht zutreffend ist, läßt sich leicht indirekt zeigen. Durch den unmittelbaren Augenschein läßt sich nicht bestimmen, ob eine Strecke zwei, drei Mal so groß ist, als eine andere. Also läßt sich auch nicht durch Anwendung eines Maßstabes das genaue numerische Verhältnis bestimmen: die Strecke kann nicht gemessen werden, das ist offenbar ungereimt. Also die ganz analoge Beweisführung Wahle's.

Er wird freilich gegen die Analogie einwenden, bei dem Messen der Strecken könne man einen äußeren Maßstab anlegen, was bei den Empfindungen nicht angehe. Aber dieser Unterschied berührt unsere Analogie gar nicht; es handelt sich in beiden Fällen um die Vergleichung zweier Sinneswahrnehmungen, deren Objekte Quantitätsverhältnisse darbieten. Wenn also eine gesehene Strecke doppelt so groß sein kann als eine andere, so kann auch ein gehörter Ton, eine gesehene Helligkeit doppelt so groß sein als die andere. Und

1) Das Ganze der Philosophie und ihr Ende. Wien und Leipzig, Braumüller. 1894. S. 156 ff.

Digitized by Google

die Konstatierung dieses Verhältnisses, also das Messen kann in beiden Fällen auch ohne äußeren Maßstab durch rein psychische Akte vorgenommen werden. Man kann nach dem Augenschein finden, daß die eine Linie doppelt so lang ist als die andere, z. B. wenn man die längere sich in zwei Hälften geteilt denkt. Dann sieht man, daß die längere doppelt so groß ist als jeder Teil und eventuell doppelt so groß als eine neben ihr liegende, den Hälften gleiche Linie. Derselben Messungsmethode kann sich auch das Bewußtsein bedienen: es sucht einen Ton auf, der zwischen einem stärkeren und schwächeren gerade in der Mitte liegt. Dann ist der stärkere doppelt so stark als der schwächere mittlere und dieser doppelt so stark als der schwächste. Und indem man noch einmal die Mitten zwischen diesen kleineren Abständen sucht, erhält man das Vierfache der Stärke eines Tones usw. Das ist freilich keine ganz genaue Messung; aber erstens zeigt sie doch die Möglichkeit, das Vielfache einer Empfindung zu bestimmen; zweitens wird die genauere Messung durch einen äußeren Maßstab bei den Empfindungen ähnlich wie bei der Ausmessung des Raumes angewandt. Freilich nicht so unmittelbar durch Anlegung einer homogenen Einheit, sondern durch Benutzung der zur Empfindung nötigen Reizstärken. Darauf geht ja die ganze Maßmethode der Psychophysik hinaus.

Wir können aber eine noch näher liegende Analogie anführen. Daß die Empfindungen eine bestimmte *Dauer* haben, wird doch auch Wahle nicht leugnen. Unser Bewußtsein unterscheidet nun wohl, daß eine Empfindung, z. B. ein Gesichtseindruck, länger dauert als ein anderer, ein Schmerz anhaltender ist als ein anderer. Sollten wir aber sagen, wie viel Mal der eine länger dauert, so ließe uns das Bewußtsein im Stiche. Dagegen kann die Dauer ganz genau bis auf den Tausendstel Teil einer Sekunde gemessen werden. Ja, es kommt der Fall vor, daß das Bewußtsein gar keine Dauer bemerkt, sondern den Eindruck für momentan hält, und doch weist die rechnende Messung eine Dauer nach. Tritt auch diesen Versuchen „die Überzeugung vernichtend entgegen, daß das Bewußtsein der letzte Richter, Augenzeuge und Sachverständiger in Sachen des Bewußtseins ist“?

Die direkte Antwort auf den vorgebrachten Einwand ist also folgende. Unmittelbar läßt sich durch psychische Akte nur ein Mehr oder Weniger wahrnehmen: *wie viel mal* aber das eine Wahrgenommene das andere übertrifft, genau zu bestimmen, ist Sache genauerer Messungen.

Gegen unser obiges Beispiel, das nach dem unmittelbaren Augenmaß oder allgemeiner nach der bloßen Bewußtseinsschätzung das Vielfache einer Empfindung zu finden sucht, macht Wahle geltend:

Digitized by Google

„Wenn nun jemand solche Reihen mit gleichgehaltenen Empfindungsunterschieden hat und würde wirklich beim schließlichen Hinblicken vom Anfangsglied auf das Endglied glauben, hier bemerke er einen viermal so großen Unterschied als zwischen der akzeptierten Einheit, so müßte man ganz zufrieden sein und sich glücklich schätzen; hier wäre ein Maß gefunden. Aber siehe, davon ist keine Spur! Nach allen diesen Abstufungen blickt man vom ersten zum letzten Gliede und sieht nichts von einem Vielfachen irgend einer Einheit. Man erinnert sich höchstens der ganzen Prozedur, aber von einem unmittelbar beobachteten Empfindungsüberschuß ist keine Spur. . . . Wenn ein Doppeltes, ein Vielfaches in dem Bewußtsein gar nicht erkennbar ist, dann ist die Kategorie ‚vielfach' keine unmittelbare Kategorie aus dem Reiche der bewußten Empfindungen." [1])

Den letzten Satz können wir vollständig zugeben, aber er beweist nicht, daß bewußte Empfindungen nicht gemessen werden können. Wenn wir selbst nach der Messung das Vielfache nicht unmittelbar wahrnehmen, so tut dies der Meßbarkeit ebensowenig Eintrag, als die gleiche Unfähigkeit unserer Wahrnehmung bei gemessenen äußeren Räumen. Auch wenn wir die unmittelbare ungenaue Schätzung des Verhältnisses zweier Strecken durch Messung zu einer exakten Kenntnis des Verhältnisses gebracht haben, können wir doch nicht unmittelbar wahrnehmen, daß die eine etwa drei Mal, dreieinhalb Mal so lang ist als die andere.

Aber Wahle geht noch weiter, er bestreitet sogar, daß wir die Abstände von Empfindungen auch nur als *gleich* wahrnehmen können.

„Wenn wir sagen, wir schätzen das Intervall von A und B gleich dem Intervall von B und C, so heißt das nicht: Wir empfinden zwischen beiden je denselben Unterschied als ein Empfindungsquantum, welches eventuell auch eine Summation zu anderen Empfindungsquantis finden könnte; sondern es heißt: Wir glauben, daß von A zu B der Weg so gleichmäßig führt, wie von B zu C. Man könnte z. B. von A zu B beiläufig gerade so viel merkliche Nuancen durchlaufen oder schaffen, als man durchlaufen oder schaffen könnte, um von B zu C zu kommen."

Aber was heißt der bildliche Ausdruck: der Weg von A zu B ist gleich dem von B nach C, anders, als sie stehen gleichweit von einander ab? Nun ist doch kein Abstand der Qualität z. B. der Höhe des Tones der Empfindung gemeint, auch kein Abstand der Klangfarbe, also bleibt nur ein Unterschied der Intensitäten. Oder was

1) S. 188.

Digitized by Google

heißt: Man kann von A nach B ebenso viele merkliche Nuancen wie von B nach C schaffen? Das hat doch nur einen Sinn, wenn man merkliche Intensitätsabstufungen versteht; und solche versteht auch jeder, der urteilt, ein Ton, eine Helligkeit (B) liege gerade in der Mitte von zwei anderen (A und C).

Konsequent muß Wahle sogar die Gleichschätzung zweier Empfindungen, nicht bloß zweier Unterschiede von Empfindungen, leugnen. Es ist aber doch ganz evident, und nur Voreingenommenheit kann es leugnen, daß wir zwei Töne als vollkommen gleich, d. h. von ganz gleicher Stärke, und zwar unmittelbar erkennen.

Die Behauptung von H. Cohen[1]), die Psychophysik sei Materialismus, weil sie in der Empfindung intensive Größe annehme, bedarf keiner Widerlegung.

Noch viel zahlreichere Einwände gegen Fechner's Psychophysik werden wir unten kennen lernen, nachdem wir Fechner's ganzes System vollständig dargelegt haben.

Um die gegen Fechner's Ableitung der Maßformeln vorgebrachten Bedenken von vornherein abzuschneiden, wollen wir ein ganz elementares Verfahren angeben, dem wir freilich nur schematischen Wert beilegen.

Das Messen von Empfindungen bietet allerdings Schwierigkeiten. Wie will man nämlich eine Empfindung als Maßstab an eine andere zu messende anlegen? Zwei Empfindungen desselben Sinnengebietes, die doch nur aneinander gemessen werden können, sind schwer gleichzeitig im Bewußtsein zu beobachten. Manche können gar nicht gleichzeitig stattfinden, wie z. B. zwei Gerüche, oder, wenn dies, wie bei der Zweiteilung einiger Organe auch absolut gesprochen möglich scheint, so gestattet doch die Enge unseres Bewußtseins nicht, zwei Empfindungen gleichzeitig gleich scharf in den Blickpunkt des Bewußtseins zu erheben. Und wenn man sich auch mit der Erinnerung der einen Empfindung zur Vergleichung begnügen will, wie kann man erkennen, daß und wievielmal die eine Empfindung, der Maßstab, in der zu messenden enthalten ist?

Fechner hat ausführlich gezeigt, wie trotz dieser Schwierigkeiten doch ein Messen der Empfindung zwar nicht unmittelbar aber doch mittelbar mit Hilfe der sie erzeugenden Reize möglich ist. Hier möge folgendes im Anschluß an unsere obigen Ausführungen zur Klarlegung der theoretischen Möglichkeit einer Messung der Empfindung bemerkt werden.

Alles Messen besteht in dem Nachweis, wie viel mal in einer Größe eine andere derselben Art, welche als Maßstab, d. h. als Ein-

1) System der Philosophie. Berlin 1902.

Digitized by Google

heit angenommen wird, enthalten ist. Vielfach hängt es von unserem Belieben ab, welche Größe wir als Einheit zu Grunde legen: das Pfund, der Fuß, das Liter sind mehr oder weniger willkürlich gewählte Maßstäbe. Bei der Messung der Empfindungen bietet sich uns ein mehr natürlicher Maßstab dar. Es ist für mehrere Sinnesgebiete der kleinste noch eben merkliche Reiz empirisch festgestellt. So fand Schafhäutl, daß der noch eben hörbare Schall von einem Korkkügelchen erzeugt wird, das ein Milligramm schwer, ein Millimeter hoch, bei völliger Stille zur Mitternacht herabfällt[1]); das Auge unterscheidet noch eine Helligkeit, die nur um $^1/_{150}$ von der Helligkeit des Grundes sich abhebt usw. Diese kleinste, noch eben merkliche Empfindung kann man als Einheit der Empfindung annehmen. Dieselbe ist nun nach Obigem gleich einem jeden ebenmerklichen Empfindungszuwuchs, der einer bestimmten Reizverstärkung entspricht. Ich brauche also nur die Reizverstärkung nach und nach vorzunehmen, welche jedes Mal eine ebenmerkliche Empfindungsverstärkung auslöst, und die Anzahl der Reizverstärkungen sagt zugleich, wie viel mal die Elementarempfindung in der zu messenden Empfindung enthalten ist; damit ist aber letztere gemessen.

Hätte man z. B. eine Schallempfindung von bestimmter Stärke zu messen, so gehe ich von der eben merklichen Schallempfindung aus, die durch Herabfallen eines ein Milligramm schweren Korkkügelchens aus einem Millimeter Höhe erzeugt wird. Ich sehe nun zu, wie viel ich das Kügelchen durch Hinzufügen eines kleinen Gewichtes schwerer machen muß, um beim Herabfallen eine ebenmerkliche Verstärkung des Schalles zu erzeugen. Damit habe ich eine Schallempfindung, die doppelt so groß ist als die ursprüngliche, ebenmerkliche. Sodann lege ich wieder ein Gewicht zu, das eine ebenmerkliche Verstärkung des Schalles erzeugt: diese Schallempfindung ist dann drei Mal stärker als die ursprüngliche. So gehe ich mit Zulegung von Gewichten und Verstärkung der Schallempfindung weiter, bis ich eine erreicht habe, welche der zu messenden gleich ist. Vorausgesetzt nun, ich hätte zehn Mal die ursprüngliche kleine Empfindung verstärken müssen, um die letzte zu messende zu erhalten, so ist diese zehn mal größer als jene: sie enthält jene zehn mal, oder wenn ich die erste als Maßeinheit annehme: sie ist gleich zehn Schalleinheiten.

Diese Zahl gibt uns also das Maß des zu messenden Schalles in Schalleinheiten. Damit ist aber die Messung der in Frage stehenden Schallgröße nach allen Regeln der Größenmessung ausge-

1) Nach neueren Versuchen beträgt die geringste noch hörbare Schallenergie 0,000012 Erg (Einheit des Zentimeter-Gramm-Sekundensystems).

Digitized by Google

führt. Daß diese Methode sehr umständlich und zeitraubend und ungenau ist, tut der theoretischen Möglichkeit keinen Eintrag.

Wir können aber auch noch eine etwas praktischere Methode aus dem Gesagten ableiten. Bei der dargelegten Methode ist das Weber'sche Gesetz gar nicht in Anwendung gekommen: und doch ist dasselbe von allen, welche bislang eine Messung psychischer Zustände ernstlicher versucht haben, insbesondere von Fechner zu grunde gelegt worden. Dasselbe gestattet uns eine bedeutende Abkürzung des eben skizzierten Meßverfahrens. Wenn man nämlich untersucht, welche Reizverstärkungen vorgenommen werden müssen, um eine ebenmerkliche Empfindungsverstärkung zu erhalten, so ergibt sich, daß die auf einander folgenden Reizverstärkungen einander nicht gleich sein dürfen, sondern immer größer werden müssen, um gleiche, ebenmerkliche Empfindungszuwüchse auszulösen. Weiter zeigt eine genauere Beobachtung, daß diese Reizverstärkung nicht regellos erfordert wird, sondern nach dem bestimmten Gesetze, daß die Quotienten aus den aufeinanderfolgenden Reizzuwüchsen einander gleich sind. Allgemeiner ergibt sich das Gesetz: „Die aufeinanderfolgenden Reizstärken bilden eine geometrische Reihe, wenn die dazu gehörigen Empfindungen eine arithmetische Reihe bilden." Unter arithmetischer Reihe versteht man eine solche, deren aufeinanderfolgende Glieder gleiche Differenzen zeigen, unter geometrischer diejenige, deren Glieder gleiche Quotienten haben. Wenn aber die Empfindungszuwüchse, wie in den obigen Fällen, einander gleich sind, dann ist der Unterschied zwischen einer jeden Gesamtempfindung und der ihr vorhergehenden in der ganzen Reihe gleich: diese bilden also eine arithmetische Progression, und zwar bei dem von uns gewählten Maßstab die natürliche Zahlenreihe 1, 2, 3, 4. Die Reize, welche denselben entsprechen, müssen dann, wenn der Schwellenwert, d. h. derjenige Reiz, der eine ebenmerkliche Empfindung hervorruft, z. B. r wäre, die Reihe bilden r, r. e, r. e^2, r. e^3 . . .; denn nur so ist $e = \frac{r.e}{r} = \frac{r.e^2}{e} = \frac{r.e^3}{e^2}$. . Dieses ist das Weber'sche Gesetz, wenigstens in einer der Fassungen, die ihm Fechner gegeben hat.

Mit Hilfe derselben läßt sich nun unser obiges Meßverfahren bedeutend abkürzen. Man sucht ein für alle Mal zu ermitteln, welche Reizstärke in dem betreffenden Sinnesgebiet die erste ebenmerkliche Empfindung, also von der Stärke 1 auslöst (Grundwert von r); ferner welche Verstärkung erfolgen muß, um einen ebenmerklichen Empfindungszuwachs zu haben. Damit habe ich die Reizstärke, welche der Empfindung von der Stärke 2 entspricht. Damit ist auch e, der

Digitized by Google

Fortſchrittsexponent der geometriſchen Reihe, $= \frac{r.e}{r}$ gefunden: man dividiert den der Empfindung 2 entſprechenden Reiz durch den der Empfindung 1 entſprechenden. Hat man nun eine Empfindung x zu meſſen, ſo unterſucht man, durch welche Reizſtärke ſie erzeugt wird. Damit iſt dann die Intenſität von x mit Hilfe einer kleinen Rechnung leicht zu beſtimmen. Hat man nämlich in einer geometriſchen Reihe das Anfangs- (a) und Endglied (t), ſowie den Exponenten (e) d. h. das Verhältnis, in dem die aufeinanderfolgenden Glieder fortſchreiten, ſo iſt auch die Anzahl der Glieder (n) gegeben. Es iſt nämlich

$$t = a.\, e^{n-1}$$

In dieſer Gleichung iſt nun in unſerem Falle alles bekannt bis auf n. a iſt ein für alle Mal als Grundreiz des betreffenden Gebietes bekannt, e als ein verhältnismäßiger Reizzuwuchs, der eine merkliche Verſtärkung der Empfindung bewirkt; derſelbe iſt gleichfalls ein für alle Mal bekannt als Quotient zweier auf einander folgenden Glieder jener geometriſchen Reihe. Endlich t iſt die bekannte im beſtimmten Falle zu meſſende und nach Vorausſetzung jetzt gemeſſene Größe. Freilich iſt hier, um n als Unbekannte zu finden, keine gewöhnliche, ſondern eine Exponentialgleichung zu löſen, was übrigens mit Hilfe der Logarithmen leicht ausführbar iſt [1]).

Dieſes n bezeichnet nun zunächſt die Anzahl der Glieder der geometriſchen Reihe, welche die aufeinanderfolgenden Reizſtärken bis zum Gliede t bilden. Gerade ſo viel Glieder hat aber auch die arithmetiſche Reihe, welche die aufeinander folgenden Empfindungsſtärken bilden bis zu der Empfindung x, die dem Reize t entſpricht. Und weil dieſe Reihe aus den natürlichen Zahlen (1, 2, 3, 4) beſteht, ſo iſt das n-te Glied derſelben x ſelbſt $= n$. [2]).

---

1) Soll nämlich ſein $t = a\, e^{n-1}$, ſo muß auch ſein

$$\log. t = \log. (a e^{n-1})$$
$$\log. t = \log. a + (n-1) \log. e.$$

Daraus findet man

$$n-1 = \frac{\log. t - \log. a}{\log. e}$$
$$n = 1 + \frac{\log. t - \log. a}{\log. e} = \frac{\log. e + \log. t - \log. a}{\log. e}$$
$$n = \frac{\log. \frac{et}{a}}{\log. e}$$

2) Damit iſt die zu meſſende Empfindung

$$x = \frac{\log. \frac{et}{a}}{\log. e}$$

Digitized by Google

Gegen diese Maßformel, welche auf einem ganz elementaren Wege den Schwierigkeiten zu entgehen versucht, die gegen die herkömmlichen insbesondere die Fechner'schen Ableitungen erhoben worden sind, lassen sich freilich andere nicht unbegründete Bedenken erheben. Wir wollen aber sogleich von vorneherein bemerken, daß der Vorzug dieser Formel vor anderen nicht in der mathematischen Exaktheit liegt, sondern in der Leichtigkeit des Verständnisses. Wir haben dabei nämlich nur die elementaren mathematischen Sätze in Anwendung gebracht, während sonst meist Sätze der höheren Mathematik herbeigezogen werden müssen. Für unseren Zweck, die Möglichkeit einer Messung psychischer Zustände leicht verständlich zu zeigen, reicht auch eine weniger genaue Formel hin.

Der erste Einwand, der sich gegen unser Verfahren erheben läßt, ist folgender: Wir haben vorausgesetzt, daß das Weber'sche Gesetz keine obere oder doch keine untere Grenze seiner Gültigkeit habe; und doch nimmt die Proportionalität, welche dasselbe innerhalb der Reiz- und Empfindungsskala aufstellt, mit der Annäherung an die Empfindung 0 oder 1, bezw. an den Schwellenwert des Reizes immer mehr ab. Daraus folgt notwendig, daß der Fortschrittsexponent e, den wir gerade an der untersten Grenze der Reiz- und Empfindungsskala bestimmt haben, nicht mehr den Fortschritt der Reize für höhere Empfindungsstärken genau ausdrückt. Die Reihe, welche wir für die Reize von unten an aufgestellt haben, schreitet hier unten gerade unregelmäßig fort, ohne daß bis jetzt ein allgemeines Gesetz dafür gefunden werden konnte.

Diesem Übelstande läßt sich einigermaßen dadurch abhelfen, daß man den Fortschrittsexponent e nicht durch Division der zwei niedrigsten Reizstärken, welche die geringsten eben von einander unterscheidbaren Empfindungen auslösen, berechnet, sondern durch Division zweier höher gelegenen Reize, für welche das Weber'sche Gesetz sicherer gültig ist. Wenn nun auch damit die Formel nicht ganz genau wird, so möge sie eben auf diejenigen Sinnesgebiete eingeschränkt bleiben, auf denen das Weber'sche Gesetz am durchgehendsten seine Gültigkeit bewahrt.

Auf verschiedenen Empfindungsgebieten ist die untere Abweichung vom Weber'schen Gesetz sehr verschieden stark. Besonders auffallend bei der Lichtwahrnehmung, welche niemals erst durch einen äußeren Reiz eine bemerkliche Intensität hat. Auch ohne äußeres Licht ist die Netzhaut in einem beständigen inneren Reizzustand, welchem die Empfindung des Augenschwarzes, verschieden von völliger Dunkel-

Digitized by Google

heit entspricht. Hier begreift man leicht, wie die Proportionalität zwischen Reiz und Empfindung auf dem niedrigsten Punkte der Skala nicht dieselbe sein wird, wie auf höheren Punkten, wo die äußeren Reize allein die Empfindungen bedingen. Für andere Sinne bestehen solche Ursachen, welche das Weber'sche Gesetz ungültig machen müssen, nicht, oder doch in geringerem Grade. Wir beschränken unsere Formel also auf diejenigen Fälle, in denen das Weber'sche Gesetz annähernd auch nach unten gültig bleibt, und trotz dieser großen Einschränkung, die wir unserem Meßverfahren auferlegen müssen, kann es jedenfalls als *schematisches* Beispiel dienen, an welchem die *Möglichkeit der Messung psychischer Zustände* praktisch gezeigt wird. Um genauere Formeln zu erhalten, müssen vorerst genauere Methoden angewandt werden, um die Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes und deren Grenzen kennen zu lernen; wir werden solche später kennen lernen. Unter den drei zur Anwendung gebrachten Methoden ist die von uns allein berücksichtigte, die der „ebenmerklichen Unterschiede" freilich die ungenaueste, aber die am leichtesten zu verstehende und zu verwertende.

Sodann müssen für genauere Maßformeln weit kompliziertere Rechnungen vorgenommen werden, als die wenigen elementaren Operationen, welche wir oben ausgeführt haben. Fechner hat mit Hilfe der Differenzialrechnung seine Maßformel abgeleitet, und dies führt uns zu einem zweiten Einwande gegen unsere Ableitung der Maßformel. Fechner setzt nämlich voraus, daß die kleinen ebenmerklichen Empfindungszuwüchse Differenzialgrößen, also unendlich klein sind, während wir sie als endliche Größen betrachtet haben. Man kann aber nicht einfach Beziehungen, die zwischen Infinitesimalgrößen erkannt sind, auf endliche Größen übertragen.

Ich habe auch bereits in einer früheren Abhandlung meine Bedenken gegen die Fechner'schen Differenzialgleichungen ausgesprochen, und deshalb eine Ableitung vermittelst der *algebraischen Analysis* gegeben, die unten folgen wird.[1]). Doch wie es mit der Richtigkeit der Fechner'schen Rechnungen auch stehen mag: daß wir in unserer oben versuchten Ableitung einer Maßformel mit vollem Rechte die ebenmerklichen Empfindungszuwüchse als *endliche* Größen behandelt und die für sie gefundenen Verhältnisse auf endliche Empfindungsintensitäten übertragen haben, dürfte nicht schwer zu beweisen sein.

Wären die kleinen Empfindungszuwüchse unendlich klein, so würde man nur durch Summieren von unendlichen vielen derselben

1) „Natur u. Offenb." 26. Bd., S. 284 ff.

Digitized by Google

eine endliche Empfindungsintensität erhalten; und doch erhält man eine recht merkliche schon nach einer geringen Anzahl von Zuwüchsen. Sie kommen darin mit Infinitesimalgrößen überein, daß sie die letzten noch eben unterscheidbaren Elemente einer Empfindung darstellen: aber sie sind doch nicht die absolut letzten. Für Wesen, die eine tiefere Reizschwelle besitzen, ist der noch eben wahrgenommene Ton, Geruch schwächer als unser schwächster Ton und Geruch. Solche Wesen sind nicht blos möglich, sondern existieren tatsächlich. Der Hund nimmt geringere Riechreize, manche Insekten feinere Töne wahr, als wir. Selbst bei Menschen ist die Sensibilität manchmal so abnorm gesteigert, daß sie schon die geringsten schmerzerregenden Reize wahrnehmen und von denselben aufs heftigste belästigt werden. Man kann nicht sagen, die Ebenmerklichkeit sei in allen diesen Fällen die gleiche: allerdings ist sie nach der negativen Seite immer gleich: daß unter dem ebenmerklichen Unterschied tatsächlich nichts empfunden wird, ist selbstverständlich und verhält sich überall so; aber bei dem einen Wesen wird eine stärkere Empfindung erst merklich, während ein anderes sich schon einer schwächeren bewußt wird. Noch deutlicher zeigt sich die Möglichkeit der Schwächung der kleinsten Reize, welche zu den ebenmerklichen Empfindungen gehören. Wie die ebenmerklichen Empfindungsunterschiede, so faßt Fechner auch die sie auslösenden Reizzuwüchse als Differentiale. Stellt er doch in diesem Sinne die Fundamentalformel auf:

$$d\gamma = \frac{K.\, d\beta}{\beta}$$

in der $d\gamma$ den ebenmerklichen Unterschied der Empfindung, $d\beta$ den minimalen zu β hinzutretenden Reiz bezeichnet. Daß aber dieser minimale Reiz eine ganz bestimmte endliche Größe ist, ergibt sich daraus, daß er durch Summieren zu einer bedeutenden Stärke anwachsen kann, andererseits noch viele schwächere Grade unter sich hat, denen entweder gar keine oder unbewußte Empfindungen entsprechen. Diese noch schwächeren Reize sind aber immer noch von endlicher Größe, denn man kann sie in ganz bestimmten Zahlen als Produkte aus Masse und Geschwindigkeit ausdrücken.

So können also weder die minimalen Empfindungszuwüchse noch die dazu gehörigen Reize als eigentliche Differentiale betrachtet werden. Doch dürfte dies keine so fundamentale Schwierigkeit bieten, da die Differenzialrechnung nicht immer ihre Veränderlichen unendlich klein im eigentlichen Sinne des Wortes voraussetzt. Tatsächlich erhält Fechner durch Integrieren der auf dieser Grundlage aufgestellten Differentialgleichung dieselbe Beziehung zwischen Empfindung und Reiz,

Digitized by Google

wie wir ſie durch Anwendung der algebraiſchen Analyſis d. h. durch Gleichung zwiſchen endlichen Größen gefunden haben.

Elſas hält dieſes Zuſammentreffen für rein zufällig; er erklärt die Rechenoperationen Fechner's aus einem anderen Grunde für unrichtig, und das logarithmiſche Verhältnis zwiſchen Empfindung und Reiz nicht durch dieſelben gefunden, ſondern bereits in der Bedingungsgleichung enthalten. Das trifft, wenn man will, inſofern zu, als die Logarithmen eine arithmetiſche Reihe bilden, wenn die Logarithmanden in geometriſcher Progreſſion ſtehen. So verhalten ſich aber gerade, wie ſchon bemerkt. die Empfindungsſtärken zu ihren Reizen: log. $10 = 1$, log. $10^2 = 2$, log. $10^3 = 3$, log. $10^4 = 4$. . . .

Wir haben aber ein weit ſtärkeres Bedenken gegen die mathematiſchen Vorausſetzungen Fechner's. Derſelbe bedient ſich nämlich eines Hilfſatzes, deſſen Anwendung wir aus weit triftigeren Gründen als Elſas für unzuläſſig erachten, während Elſas ihn nur für überflüſſig erklärt. Der Satz lautet: „Die beziehungsweiſen Änderungen. Zuwüchſe zweier von einander abhängigen, kontinuirlichen Größen, von einem konſtanten Ausgangswerte an oder innerhalb eines Teiles der Größen verfolgt, gehen einander merklich proportional, ſo lange ſie ſehr klein bleiben, wie auch das Abhängigkeitsverhältnis zwiſchen den Größen beſchaffen ſein mag, und wie ſehr der beziehungsweiſe Gang der Größen im Ganzen und nach größeren Teilen von dem Geſetz der Proportionalität abweichen mag." Welches nun auch die mathematiſche Beziehung zwiſchen Reiz (r) und Empfindung (e) ſein mag: ſind beide unendlich klein, ſo können ſie einander einfach proportional geſetzt werden: $de : de' = dr : dr'$. Nach dem Weber'ſchen Geſetz iſt aber de konſtant, wenn das zugehörige $\frac{dr}{r}$ konſtant iſt. Beiden Bedingungen wird entſprochen durch die Gleichung

$$de = K. \frac{dr}{r}$$

woraus durch Integration gefunden wird

$$e = K. \log. \text{nat.} \frac{r}{\rho}$$

worin ρ den Schwellenwert des Reizes bezeichnet; wird derſelbe gleich der Baſis des Logarithmus als Reizeinheit und die dazu gehörige Empfindung als Empfindungseinheit genommen, ſo ergibt ſich nach einigen Umformungen ſchließlich die einfache Beziehung zwiſchen Reiz und Empfindung

$$e = \log. r$$

Digitized by Google

Diese Formel [1]) kann mit der von uns aufgefundenen nicht genau übereinstimmen, weil unsere Maßeinheiten andere sind. Aber ihre Richtigkeit auch zugegeben, ist der Ausgangspunkt der Rechnung ein Widerspruch. Es wird nämlich in einer und derselben Formel vorausgesetzt, daß die kleinen Empfindungsintensitäten den Reizen einfach proportional sind, und gleichzeitig, daß sie dem Weber'schen Gesetze entsprechend nicht einfach proportional gehen, sondern die Empfindungszuwüchse nur dann konstant bleiben, wenn das Verhältnis der Reizzuwüchse zu den schon erreichten Reizstärken dasselbe bleibt. Man könnte meinen, der Widerspruch sei zu vermeiden, wenn die einfache Proportionalität nur zwischen sehr kleinen Empfindungs- und Reizstärken, die des Weber'schen Gesetzes für größere endliche Intensitäten angenommen würde: aber Fechner läßt genau dieselben kleinen de und dr in derselben Fundamentalformel einander einfach und nicht einfach proportional gehen.

Aus etwas anderen Gründen hat M. Radakowić die Einführung des genannten Hilfsprinzips beanstandet. Er bemerkt zunächst, daß Fechner nicht bewiesen, daß jenes Prinzip „für jedes, wie immer geartete Abhängigkeitsverhältnis zwischen kontinuirlichen Veränderlichen gelte". Ziemlich mit unserer Kritik trifft er zusammen, wenn er sagt: „Sucht man das Hilfsprinzip korrekt zu verwenden, so wird die Einführung des Weber'schen Gesetzes unklar, und drückt man dieses exakt in der Formel aus, so erscheint jenes nicht richtig verwendet." [2])

Wenn nun bei solchen sich widersprechenden Voraussetzungen doch ein richtiges Resultat herauskommt, so muß dies allerdings rein zufällig sein. Jedenfalls liegt in der Richtigkeit dieses Resultates kein Beweis gegen die von uns oben nachgewiesene Behauptung, die ebenmerklichen Empfindungsunterschiede oder Unterschiedsempfindungen seien endliche, nicht infinitesimale Größen. Fechner hat letzteres vorausgesetzt, aber diese Annahme hat ebensowenig ein richtiges Resultat herbeigeführt als der oben berührte Widerspruch in den mathematischen Voraussetzungen.

Unsere vorstehenden mathematischen Ausführungen dürften die Erwartungen des Lesers über die „exakten" Ergebnisse der Messungen

---

1) Das logarithmische Verhältnis wird übrigens in neuerer Zeit stark beanstandet, so von J. Merkel in einer Reihe von Artikeln in Wundt's ‚Philos. Studien': „Die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung" X. Bd. 1894.

2) Vierteljahrsschr. für wissensch. Philos. von R. Avenarius. 1890. 1. Heft. S. 8 ff.

Digitized by Google

und Rechnungen der Pſychophyſik eher herabgeſtimmt, als geſteigert haben. Damit glauben wir ihm aber gerade ein getreues Bild von dem Weſen und Stande dieſer Wiſſenſchaft gegeben zu haben. Denn auch der hervorragendſte Vertreter derſelben in der Gegenwart, W. Wundt, erklärt nach ſeinen langjährigen Bemühungen auf dieſem Gebiete:

„Nichts könnte, wie ich meine, verkehrter ſein, als wenn man bei den chronometriſchen Verſuchen der Pſychologie Ergebniſſe erwarten wollte, die mit phyſikaliſchen Konſtantenbeſtimmungen irgend eine Ähnlichkeit hätten. Davon kann ſchon auf phyſiologiſchem, geſchweige denn auf pſychologiſchem Gebiete nicht die Rede ſein. Das einzige vielmehr, was billigerweiſe erwartet werden kann, iſt die Ermittelung gewiſſer typiſcher Verlaufsformen der Vorgänge, die dadurch, daß ſie in mannigfacher Weiſe variiert werden, eine Vergleichung ähnlicher, aber in beſtimmten Bedingungen ſich unterſcheidender Prozeſſe mit einander möglich machen.“ [1])

Unſere im Vorigen gegebenen Andeutungen über Fechner's pſychophyſiſches Syſtem würden ein ganz unvollkommenes Bild von den bahnbrechenden Leiſtungen des genialen Denkers und Forſchers auf dieſem Gebiete geben, wenn wir dasſelbe nicht vollſtändiger zur Darſtellung brächten. Wir bringen dasſelbe im Folgenden in ſeiner Ganzheit, in der es ſich als ein herrliches Gebäude darſtellt, das, wie er ſchon ſelbſt gegen ſeine vielen Gegner bemerkte, bis jetzt noch nicht umgeſtürzt werden konnte.

1) Philoſ. Studien. X. Bd. (1894) 4. Heft. S. 485 f.

Digitized by Google

Fünftes Kapitel.
Die Psychophysik G. Th. Fechner's.

Unsere Bewunderung für den stolzen Bau darf uns aber nicht hindern, die philosophischen Anschauungen Fechner's einer Kritik zu unterziehen. Wir schicken dieselben der Darstellung seines Systems voraus.

Die Weltanschauung Fechner's.

Obgleich Fechner die Überzeugung hat, daß die Fragen über das Verhältnis von Leib und Seele durch die psychophysischen Untersuchungen erst eine Möglichkeit ihrer Beantwortung finden können, so sehen die seinigen selbst doch von jeder besonderen philosophischen Ansicht im voraus ab, und mag ein jeder die Beziehung zwischen Reiz und Empfindung materialistisch oder spiritualistisch deuten. Seine eigene Ansicht hierüber will er zwar niemandem zumuten; er spricht sich aber hierüber wiederholt, wenn auch nur beiläufig, so unzweideutig und prinzipiell aus, daß wir bei einer Darstellung seiner Psychophysik wenigstens einer beiläufigen Kritik derselben uns nicht entziehen können, zumal wir sonst in den Verdacht kommen könnten, eine Anschauung zu billigen, die nicht Materialismus sein soll, im Grunde aber kaum etwas anderes ist. Dabei müssen wir aber Fechner's seltene Mäßigung loben, der wiederholt, dem Glauben des einzelnen überlassen zu wollen, was die Materialisten als ausgemachte Wahrheiten gedankenlosen Lesern aufoktroieren.

Nach Fechner kann das Verhältnis zwischen Leiblichem und Geistigem dargestellt werden durch das Verhalten der äußeren konvexen Seite einer Kurve zur inneren konkaven. Leibliches und Geistiges sei dasselbe Wesen, nur von verschiedenem Standpunkte betrachtet. Beim Geistigen sei der Standpunkt ein innerer, ein Betrachten vom Gehirn aus, beim Leiblichen ein äußerer, in das Gehirn hinein. Wie sehr der Standpunkt dieselben Gegenstände verändere, sehe man an dem Planetensystem, das von heliozentrischem Standpunkte aus kopernikanisch, von geozentrischem aus ptolemäisch sich gestalte. Darum ist den 3 von Leibniz ange-

Digitized by Google

gebenen Vergleichen über das Verhältnis zwischen Leib und Seele der 4. einfachst mögliche hinzuzufügen.

„Zwei Uhren, auf demselben Brette befestigt, richten ihren Gang aufeinander ein; das ist die gewöhnliche dualistische Ansicht vom Verhältnisse zwischen Leib und Seele. Es kann auch jemand die Zeiger beider Uhren so schieben, daß sie immer harmonisch gehen; das ist die okkasionalistische, wonach Gott zu den körperlichen Veränderungen die geistigen und umgekehrt in steter Harmonie erzeugt. Sie können auch von vornherein so vollkommen eingerichtet sein, daß sie, ohne der Nachhilfe zu bedürfen, von selbst immer genau mit einander gehen; das ist die Ansicht von der prästabilierten Harmonie derselben. Sie können aber auch harmonisch mit einander gehen, ja gar niemals auseinander gehen, weil sie gar nicht zwei verschiedene Uhren sind; damit ist das gemeinsame Brett, die stete Nachhilfe, die Künstlichkeit der ersten Einrichtung erspart. Was dem äußerlich stehenden Beobachter als die organische Uhr mit einem Triebwerke und Gange organischer Räder und Hebel, oder als ihr wichtigster und wesentlichster Teil erscheint, erscheint ihr innerlich ganz anders, nämlich als ihr eigener Geist mit dem Gange von Empfindungen, Trieben und Gedanken." [1])

Gewiß kann man die Einheit von Leib und Seele nicht innig genug denken, und ist es sehr wahr, daß im Menschen nicht zwei, sondern nur eine Uhr gegeben ist; aber darin liegt die große Schwierigkeit, zu erklären, wie aus zwei so real unterschiedenen und so sehr verschiedenen Bestandteilen ein Wesen werde; dieselbe wird schlecht gelöst, wenn man die Unterschiedenheit leugnet. Natürlich für den Materialisten hat es keine Schwierigkeit, jene Einheit zu erklären; nach ihm gibt es keine vom Leibe verschiedene Seele. Dieselbe wird aber auch, mag man sie mit Worten behaupten, tatsächlich geleugnet, wenn man sie nur wie die innere konvexe Seite von dem Körper als der konkaven äußeren unterschieden sein läßt, wenn beide nur begrifflich je nach der Rücksicht, unter der dasselbe Eins betrachtet wird, verschieden sind. Dann ist die Seele von dem Leibe ebenso absolut untrennbar, wie die zwei Seiten der Kurve von einander, und die von Fechner vorgebrachten Unsterblichkeitsbeweise sind illusorisch.

Dieselbe prinzipielle Unklarheit tritt auch wieder hervor, wo die beiden entgegenstehenden Ansichten über die Abhängigkeit des Geistigen vom Leiblichen dahin bestimmt werden, daß nach den einen jeder geistigen Regung eine spezielle körperliche entsprechen müsse, von den

1) Elemente der Psychophysik I, 5.

Digitized by Google

andern aber nur im allgemeinen eine Abhängigkeit des Geistigen vom Leiblichen gefordert werde. Man kann recht wohl für jede geistige Zuständlichkeit eine spezielle leibliche als Vorbedingung postulieren, ohne darum Materialist zu sein, ohne das Geistige so an die körperliche Bewegung zu binden, wie es Fechner tut. Worauf es ankommt, ist der wesentliche Unterschied von geistiger Tätigkeit, an welcher die Materie weder im allgemeinen noch im besonderen partizipieren kann, der sie höchstens als Vorbedingung in der sinnlichen Tätigkeit Stoff und Anregung zu geben vermag.

Und wiederum ist der Stand der Frage verrückt, wenn er sagt: „So gut ein gewisses Quantum lebendiger Kraft dazu gehört, ein Scheit Holz zu spalten, eine gegebene Last bis zu gegebener Höhe zu heben, so gut ist auch ein gewisses Quantum Kraft erforderlich, einen Gedanken mit gegebener Intensität zu denken, und jene Kraft kann sich in diese wandeln. Dies ist keine Verunehrung des Denkens; seine Würde hängt an der Weise, der Richtung, den Zielen seines Ganges, nicht an dem Maße oder der Unmeßbarkeit der körperlichen Bewegung, die es zu seinem Gange braucht, wie die Entdeckungsreise des Columbus dadurch nicht an Bedeutung verliert, daß die lebendige Kraft des Schiffes, das ihn trug, so gut meßbar war, als die eines zufällig geworfenen Steines oder Windes, und selbst die eine in die andere umsetzbar. Das Körperliche empfängt überhaupt Wert oder Unwert von dem Geistigen, was damit in Beziehung steht, und kann eben deshalb solchen dem Geistigen weder geben noch nehmen. Gewiß ist, daß ein stiller Gefühls- und Gedankengang großen Wert haben und sich doch an so schwache Bewegungen knüpfen kann, daß eine ganz wertlose, oder gar keine erhebliche, äußere körperliche Leistung damit zu vollziehen wäre, wenn sie in solche umgesetzt werden sollte, aber ebenso gewiß bleibt, daß, wenn das Gefühls- und Gedankenleben zu größerer Intensität gedeihen soll, die unterliegenden körperlichen Bewegungen lebendiger von statten gehen müssen.“ [1])

Es handelt sich ja nicht darum, ob durch Körperliches das Geistige verunehrt wird, oder nicht, sondern ob körperliche Vorgänge die Träger von geistigen Akten sein können. Wenn auch dem Geistigen sein *Wert* bliebe, wenn es an Körperliches gebunden eine erhabene *Richtung* nimmt, so zeigt doch die *subjektive Beschaffenheit* des Denkens und Wollens in sich, daß es nicht in Bewegung bestehen, und nicht Äußerung eines materiellen, trägen ausgedehnten Substrats sein kann. Es ist aber auch nicht wahr, daß unseren geistigen

1) I, 44.

Digitized by Google

Tätigkeiten eine wertvolle Richtung auf ein erhabenes Ziel verbleiben könnte, wenn sie nicht rein geistiger Natur wären. Die rein übersinnlichen Ideen, wie Gerechtigkeit, Sittlichkeit, Religion, Gott, kann weder ein materieller Vorgang, noch ein an materielle Vorgänge innerlich geknüpfter Prozeß darstellen oder tragen.

Nun wäre ich allerdings sehr geneigt, Fechner's Worte so zu fassen, daß er damit eine bloß äußere Abhängigkeit des Denkens ausdrücken will, aber daran hindert die folgende Bemerkung:

„Nun steht es jedem frei, mit uns den Grund jeder einzelnen gedankenvollen Bewegung in der Welt in einer rückliegenden oder allgemeineren, und schließlich den Gang aller Bewegungen der Welt in einem Systeme von Bewegungen zu suchen, was eine höchste und letzte Gedankeneinheit und einen höchsten und letzten Willen trägt, und nur mit solchen bestehen kann."

Weiter handelt es sich nicht blos darum, ob jeder geistige Vorgang eine Quantität lebendiger Kraft braucht, sondern auch, und weit mehr darum, ob derselbe dem Gesetze von der Erhaltung und dem Umsatz der Kraft unterliegt. Gewiß wird die geistige Kraft als solche ebensowenig bei ihrer Arbeitsleistung verbraucht, als sie überhaupt dem Gesetze von der Erhaltung und dem Umsatz der Kräfte unterliegt; freilich insofern sie an materielle Bedingungen gebunden ist, wie beim Menschen, findet ein Verbrauch, eine Erhaltung, ein Umsatz statt, aber nur in jenem körperlichen Substrat. Denn die geistige Kraft ist nicht an das Gesetz der Trägheit gebunden, auf welches schließlich jenes, seit einiger Zeit mit so großem Aufsehen verkündete Grundgesetz der neuen Wissenschaft, zurückkommt. Kraft der Trägheit muß nämlich der Stoff so lange die ihm einmal mitgeteilte Bewegung beibehalten, bis sie von außen aufgehoben wird; aus sich kann der träge Stoff nicht zur Ruhe kommen. Was aber im Gebiete der Naturkräfte allein seine Bewegung aufheben kann, ist entweder die bloße träge Masse eines andern Körpers, oder dessen entgegengesetzt gerichtete Bewegung. Ist nun die Masse des andern Körpers klein genug, daß sie durch die lebendige Kraft des bewegten fortbewegt werden kann, so wird sich nach Umständen seine Bewegungskraft dem andern ganz oder teilweise mitteilen und er selbst in Ruhe bleiben, oder geringere Kraft haben: darum muß die Kraft erhalten werden. Kann der bewegte Körper die ganze Masse des Hindernisses nicht bewegen, so wird er seine Bewegung auf die kleinsten Teilchen übertragen, die er bewegen kann, die mechanische Bewegung geht in thermische über: die Kraft wird erhalten. Bestände der Körper nicht aus solchen kleinsten Teilchen, und wäre er zu groß, um von dem bewegten fortgeschoben zu

Digitized by Google

werden, so spränge der bewegte zurück: die Kraft wäre auch so erhalten.

Ist der Körper, auf den der bewegte stößt, schon in Bewegung, so kann nicht mehr Kraft verloren gehen, sondern die letztere kann durch erstere nur verstärkt werden, wenn sie gleichgerichtet sind, oder geschwächt, wenn sie einander entgegengesetzte Richtung haben. So viel aber der eine an den andern abgeben muß, so viel verliert er an eigener Bewegung; sonst hätte man eine Wirkung ohne Ursache, oder *eine* Bewegung käme zweien, und bei weiterer Mitteilung der Bewegung dreien, vier ꝛc. gleich, was absurd ist. Umgekehrt, je mehr einer verliert, desto mehr geht an den anderen an Kraft über; denn die Beweglichkeit der Körper und Bewegungsmitteilbarkeit, welche dem Stoffe wesentlich ist, vorausgesetzt kann der in Bewegung befindliche Körper nur durch Mitteilung von Bewegung die eigene verlieren; denn er kann kraft seines Beharrungsvermögens (Trägheit) nur durch einen Einfluß von seiten eines anderen Körpers in der Bewegung aufgehalten oder doch geschwächt werden. Er muß also in eine solche Verbindung mit dem andern kommen, daß derselbe ihn beeinflussen kann; dann ist aber auch die Beziehung hergestellt, unter welcher der bewegte Körper selbst auf den hindernden einwirken (stoßen, treiben) kann. Da nun die materiellen Kräfte notwendig wirken, so müssen sie, sobald die Bedingungen ihres gegenseitigen Einflusses gegeben sind, auf einander wirken. Es muß also der bewegte Körper auf sein Hindernis die Kraft abgeben, die er an dasselbe abgeben kann, nämlich nach Maßgabe seiner Masse und seiner Schnelligkeit jene Masse in eine solche Schnelligkeit versetzen, welche dessen Masse und der schon vorhandenen Schnelligkeit entspricht. Aus gleichem Grunde muß der hindernde Körper so einen Einfluß auf den bewegten ausüben, die seiner Masse und gegebenen Geschwindigkeit, die freilich auch 0 sein kann, entspricht. So kann keine Kraft in der materiellen Welt verloren gehen, sondern die eine Bewegung muß sich in eine andere „umsetzen".

Aber dies ist keine absolute Notwendigkeit und nicht auf die Geister ausdehnbar, denn

1. Es läßt sich eine Beschaffenheit des Stoffes denken, bei welchem nicht immer die Bewegung durch Anfangen einer anderen Bewegung sistiert werden müßte. Nimmt man die atomistische Konstitution der Körper weg, und denkt man sich eine Masse so schwer, oder so stark befestigt, daß sie von einem bewegten Körper nicht im mindesten von ihrem Platze gerückt werden kann, so wird ein auf sie stoßender, unelastischer Körper vollständig zur Ruhe kommen, ohne seine Bewegung

Digitized by Google

auf die Masse im ganzen oder auf seine Teile (als Wärmebewegung) übertragen zu können. Wollte man dagegen einwenden, es gäbe keine vollständig unelastischen Körper, so ist das wahr; wir leugnen aber, daß es absolut unmöglich sei, solche zu denken. Denn die Elastizität der größeren Körper hängt mit der Zusammendrückbarkeit der Teile (Atome) zusammen; dieselbe fällt also von selbst weg, wenn, wie wir voraussetzen, der Körper eine *stetige* Masse bildet. Die Elastizität der Uratome erklärt sich nach *Secchi* durch ihre Rotationsbewegung; diese ist aber gewiß keinem Körper wesentlich. Also kann es absolut gesprochen ganz unelastische Körper geben, die ohne Bewegungsmitteilung ihre Bewegung verlieren. Und selbst die elastischen Körper, welche gegen eine starre Wand geworfen, zurückprallen, könnten so eingeengt werden, daß ihr Zurückprallen unmöglich wäre und ihre Bewegung einfach verschwände.

2. Schon daraus ergibt sich, daß die rein geistige Kraft dem fraglichen Gesetze nicht unterworfen ist; denn sie kann Widerstand leisten, ohne selbst bewegt zu werden. Denn die Bedingungen der gegenseitigen Einwirkung der Körper und Geister sind nicht für beide dieselben; darum kann der Geist in der Lage sein, daß er auf den Körper einwirke, also vorhandene Kraft (Bewegung) auslösche und neue erzeuge, ohne daß für den Körper schon die Bewegungen da sind, um auf die geistige Kraft zu wirken. Kann sich ja auch der freie Geist in seinen freien Entschließungen jeder Einwirkung seitens des Körpers entziehen. Mögen auch noch so viele körperliche Antriebe auf ihn wirken, er braucht die Bewegung nicht anzunehmen, er kann Widerstand leisten. In diesem Falle wird die körperliche Energie wohl wieder in andere körperliche, nicht aber in geistige umgesetzt. Die geistige Kraft mag in ihrem innersten Wesen noch so geheimnisvoll sein; daß sie aber keine Bewegung ist, sagt uns klar das Bewußtsein, dessen Zeugnis uns über die ganz eigenartige Beschaffenheit der Geistestätigkeit gewisser macht, als selbst die Sinne und der Verstand über die Natur der Bewegung und der materiellen Kraft. Mögen darum auch noch so viele Bewegungen vorausgehen oder nachfolgen, als wesentliche von aller Bewegung verschiedene Tätigkeit kann sie keinen Umsatz der Bewegung erfahren, nicht aus Bewegung entstehen, nicht in solche verwandelt werden.

3. Die lebendige und besonders die *freie* Tätigkeit der Geisteskraft steht in diametralem Gegensatze zur Trägheit des Stoffes, der Grundlage des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft. Mag der Geist noch so vielen äußeren Einflüssen unterliegen, er bleibt ihnen gegenüber frei und kann sich selbst bestimmen, sowohl zur Tätigkeit als

Digitized by Google

zur Ruhe. Er braucht demnach nicht durch einen bereits in Bewegung befindlichen Körper bewegt zu werden, dessen Kraft also erhalten bliebe, indem er sie auf den Geist übertrüge; er bestimmt sich selbst zur Bewegung. Sodann braucht seine Bewegung nicht durch einen hindernden Körper aufgehalten zu werden, auf welchen seine Bewegung überginge. Der Geist sistiert selbst seine Tätigkeit nach freiem Entschluß. Ganz genau dasselbe Ich, welches in Tätigkeit ist, bringt dieselbe im Augenblicke zu vollständiger Ruhe, ohne von einem Körper aufgehalten zu werden, auf den er dann seine Bewegung abgeben müßte. Von einer Masse der geistigen Kraft kann man ebensowenig reden, als von einer Bewegung derselben; also ist es unsinnig, bei ihr von einer Unveränderlichkeit der lebendigen Kraft, dem Produkte aus Masse und Quadrat der Geschwindigkeit (mv^2) zu sprechen.

Ganz unbrauchbar ist nach diesen schiefen Auffassungen der Beziehung zwischen Geist und Leib, was zur Festhaltung der Unsterblichkeit und der Existenz eines persönlichen Gottes gesagt wird.

„Die Seele kann im Zeitlaufe von einem materiellen Systeme auf ein nach Stoff und Form ganz anderes übergehen, aber nicht überspringen. . . . Wenn es eine künftige Fortexistenz gibt, kann sie nur darauf sich gründen, daß die Hauptwelle unseres psychophysischen Systemes, an der unser Hauptbewußtsein hängt, von dem Teile des irdischen Systemes, an dem sie jetzt hängt, oder in dem sie jetzt die Schwelle übersteigt, auf einen anderen oder weiteren Teil dieses Systemes in continuo übergehe.“ [1])

Nachdem Fechner ausgeführt, daß das gesamte Seelenleben, sowohl im einzelnen Menschen, wie bei allen Geistern zusammen sich durch ein Wellensystem darstellen lasse, dessen über einer Schwelle liegende Oberwellen das bewußte, und die Unterwellen das unbewußte Leben darstellen, kommt er zu dem Schlusse, daß die individuellen Bewußtsein nur über der Schwelle diskontinuierlich seien, also selbständigen Einzelwesen entsprechen, unter der Schwelle aber alle Bewußtsein nur Eines sind.

„Das würde mitführen, daß es zu unserem Hauptbewußtsein noch ein allgemeineres gibt, welches das unsere ebenso als seine Besonderheiten umfaßt, wie das unsere seinerseits wieder seine Besonderheiten umfaßt. Die Konsequenz dieser Auffassung führt zur Ansicht eines in der Natur allgegenwärtigen Gottes, in dem alle Geister leben, weben und sind, wie er in ihnen, mit den Weltkörpern innewohnenden, individuellen geistigen Zwischenstufen zwischen ihm und uns, welche die geschöpflichen Geister ebenso einheitlich in sich tragen,

1) II, 540.

Digitized by Google

wie sie ihrerseits im göttlichen Geiste getragen werden und wie die geschöpflichen Geister wieder ihre Sinneskreise in sich tragen. . . . Hiermit tritt die Aussicht auf unsere eigene Fortexistenz nach dem Tode von mehreren Seiten in Beziehung. Besonders nahe liegt folgender Gesichtspunkt. Wenn ein Bild in unserm Auge, geknüpft an Oberwellen, nach seinem Erlöschen im Auge noch einen Erinnerungsnachklang hinterläßt, welcher eintritt in ein allgemeineres und höheres Reich der Erinnerungen und Gedanken des allgemeinen oder Hauptbewußtseins, so dürfen wir glauben, daß etwas Entsprechendes unseren Hauptwellen begegnen wird, sofern sie ihrerseits Oberwellen über einer tieferen Schwelle sind, und daß unsere Geister somit nach dem Tode eingehen in ein höheres Geisterreich in Gott."

Zum Verständnisse des letzteren ist zu bemerken, daß nach Fechner manche schwache Reize, welche unserm Bewußtsein entgehen, also unter unserer Bewußtseinsschwelle liegen, noch eine Wirkung auf ein Bewußtsein mit tieferer Empfindungsschwelle ausüben, d. h. Oberwellen eines allgemeineren, göttlichen Bewußtseins sein können.

Diese bei einem sonst so nüchternen Naturforscher und Mathematiker fast unbegreiflichen Phantasien, brauchen wir hier nicht besonderer Kritik zu unterziehen, da er sie ausführlicher in einem andern Werke (Zend-Avesta) behandelt. Weil er die zwingenden Beweise für Gott und Unsterblichkeit, welche die christliche Spekulation bietet, nicht kennt, oder verschmäht, behilft er sich mit erbärmlichen Analogien, um dann schließlich seiner semipantheistischen Weltanschauung die individuelle Fortdauer der Seele zu opfern, und bedauern muß man solche krampfhafte und eitele Anstrengungen, über einen andern Grundstein, als den Christus gelegt hat, ein religiöses Gebäude zu errichten. Dies Bedauern ist aber von meiner Seite ein um so aufrichtigeres, als Fechner im Gegensatz zu vielen anderen ähnlichen Bestrebungen wirklich der Religion Stützen geben will und ich vielen seiner Ausführungen die ungeschmälerte Anerkennung angedeihen lasse.

In seiner letzten Schrift: „Revision der Hauptpunkte der Psychophysik", Leipzig 1882, sucht Fechner manche Punkte klarer zu stellen, oder auch zu berichtigen, vor allem aber seine Theorie gegen die zahlreichen Gegner zu vertheidigen. Zu den in unserer früheren Abhandlung genannten und berücksichtigten sind nun noch andere gekommen, die die Psychophysik von grund aus zu stürzen suchen, so besonders G. E. Müller in Göttingen, Zeller u. A., die eine ganz besondere Berücksichtigung zu verdienen schienen und in der genannten Schrift gefunden haben. Darum und weil der Ver-

Digitized by Google

faſſer auch unſere Abhandlung unter den Gegenſchriften anführt und in verſchiedenen Punkten einer eingehenden Kritik unterzieht, wird man es gerechtfertigt finden, wenn ich auf die Reviſion der Hauptpunkte der Pſychophyſik etwas näher eingehe.

Nun muß ich im voraus erklären, daß ich niemals die Abſicht gehabt habe, gegen die eigentlichen pſychophyſiſchen Aufſtellungen Fechner's aufzutreten, ſondern mich durchweg denſelben angeſchloſſen und nur in einzelnen Punkten dieſelben anders zu begründen und zu deuten verſucht habe. Dabei mag im allgemeinen allerdings mein vom Fechner'ſchen durchaus verſchiedener philoſophiſcher Standpunkt maßgebend geweſen ſein; aber dieſer Standpunkt ſtützt ſich allerdings „auf zwingende Gründe"; und wenn Fechner ſolche über das logiſch-mathematiſche Gebiet hinaus nicht anerkennt, ſo ſteht das mit dem wahren Sachverhalt ebenſo in Widerſpruch, wie die entſprechende Behauptung, daß in der Bibel nicht ſpekuliert, ſondern nur auf Glauben gedrungen werde. Die hl. Schrift bringt auf Erſchließen der Herrlichkeit Gottes aus der Schöpfung, die ſo klar darin geſchaut werde, daß die alten Philoſophen, welche dieſe Erkenntnis unterdrückten, unentſchuldbar ſind. Die weitere harte Verurteilung ſolcher Philoſophen will ich aber nicht im entfernteſten auf Fechner anwenden. Denn ſo ſehr ich auch ſeinen philoſophiſchen und theologiſchen Anſichten widerſprechen muß, ſo geſtehe ich doch gerne, daß er wie wenige außerchriſtliche Forſcher von ernſtem und redlichem Streben beſeelt iſt. Nur gegen ſeine ſpekulativen Anſichten, nicht gegen ſeine Geſinnung habe ich mich ausgeſprochen; ich muß im Gegenteil den Edelmut ſeines Charakters anerkennen, ſo hart er mich auch beurteilt hat; mit einer ungewöhnlichen Geduld geht er in die minutiöſeſten Erörterungen mit Gegnern ein, die zum teil nur Nörgeleien gegen ihn vorbringen oder, wie es manchmal ſcheint, den niedergeworfenen verdienſtvollen Forſcher als Sockel für ihre Größe gebrauchen wollen. Fechner behauptet, zwingende Gründe bei chriſtlichen Philoſophen und Theologen nicht gefunden zu haben; ob er ſich aber recht umgeſehen hat, iſt eine andere Frage. Wenn wir alſo von der Erörterung über die unbewußten Empfindungen abſehen, ſo liegt die Kontroverſe zwiſchen mir und Fechner eigentlich außer der Pſychophyſik. Inbezug auf meine pſychophyſiſchen Ausführungen erkennt er an, „daß der Verfaſſer den weſentlichſten Inhalt der bisher vorliegenden Unterſuchungen darüber ſorgfältig ins Auge gefaßt und nach beſtem Wiſſen darüber referiert hat, auch mit den pſychophyſiſchen Formeln

1) Röm. I, 20.

Digitized by Google

umzugehen weiß . . . und daß man ihm Unkenntnis in mathematischen und physikalischen Dingen nicht vorwerfen kann."

Was nun den philosophischen Standpunkt Fechner's anlangt, der im wesentlichen eine Übertragung der psychophysischen Verhältnisse auf das ganze Weltall und auf die Gottheit ist, so muß ich auch noch jetzt erklären, daß ich noch niemals zwei so auffallende Erscheinungen bei einem Menschen zusammen gefunden habe, auf der einen Seite die strengste Folgerichtigkeit im Denken in mathematisch-physikalischen Dingen, die peinlichste Sorgfalt bei Beobachtungen und deren Formulierung, und anderseits so abgeschmackte, willkürliche, abenteuerliche Aufstellungen in religiösen und philosophischen Fragen. Da Fechner dieselben auch in der letzten Schrift wieder reproduziert und speziell dieselben mir entgegen hält, so sehe ich mich veranlaßt, etwas näher darauf einzugehen. Um jeglichen Verdacht, als dichtete ich dem Verfasser Sonderbarkeiten an, zu beseitigen, will ich seine Ansichten mit seinen eigenen Worten wiedergeben.

Die Psychophysik in der Psychologie.

Am eingehendsten hat Fechner seine allgemeine Grundansicht in „Zendavesta" entwickelt und die Hauptzüge davon im Eingange der „Elemente" wiedergegeben. Er verteidigt sie mit großer Energie in der genannten „Revision". Kurz und, wie ihm dünkt, für populäre Auffassung und praktische Anwendung klar und genügend ausgedrückt, geht sie dahin, daß Leib und Seele nur zwei verschiedene Erscheinungsweisen desselben Wesens oder Substrates für zwei verschiedene Standpunkte der Auffassung, respektiv einen äußeren oder inneren, sind, wozu es natürlich auch zwei verschiedene auffassende Wesen geben muß, die auf diesem äußeren und inneren Standpunkte stehen.

Nun, so fährt Fechner fort, hat schon Hering gemeint, daß meine philosophische Grundansicht in Widerspruch mit meiner Psychophysik die Proportionalität zwischen Psychischem und zugehörigen Physischem fordere. Müller aber kommt nicht nur auf denselben Einwand zurück, ohne ihn besser zu begründen, sondern führt ihn auch dahin weiter aus, daß mit ihr die von mir behauptete Tatsache der Schwelle ganz unvereinbar sein würde. Der Einwand, den Müller erhebt, ist dieser:

„Man kann sich gar nicht vorstellen, warum die Intensität derjenigen körperlichen Tätigkeit, welche unmittelbar auf die Seele wirkt, erst einen gewissen Schwellenwert übersteigen müsse, um in dieser Seele, mit der sie in unmittelbarer Wechselwirkung steht, eine Empfindung hervorrufen zu können."

Digitized by Google

Dagegen bemerkt nun Fechner: Gesetzt, ich blicke in das Gehirn des Andern hinein, so bin ich es, der auf äußerem Standpunkte gegen das betreffende Gehirn steht, und das Gehirn des andern nimmt den inneren Standpunkt gegen sich selbst ein. In Wirklichkeit kann ich freilich nicht in das lebendige Gehirn des andern hineinblicken, aber ich setze voraus, daß es mir nach zu Gebote stehenden Schlüssen aus Erfahrungen vom äußeren Standpunkte aus möglich ist, zu bestimmen, wie es nach den in Betracht genommenen Beziehungen im Gehirn aussehen würde, wenn ich unter Wegräumung der äußeren Hindernisse mit den feinsten Beobachtungsmitteln hineinsehen und sonst äußere Wahrnehmungen davon erhalten könnte, die sich durch physikalische Analyse noch weiter ins Feine verfolgen lassen. Da würde ich materielle Gehirnvorgänge wahrnehmen, die sich, bis ins letzte verfolgt, auf Schwingungsvorgänge reduzieren dürften, statt deren das mir gegenüberstehende Subjekt bloß Seelenvorgänge wahrnimmt, ungeachtet es schließlich dasselbe Substrat ist, was wir beide wahrnehmen; aber wie die Wahrnehmenden sowie der Standpunkt, von dem aus die Wahrnehmung geschieht, verschieden sind, ist die Erscheinung verschieden; für mich ist es die Erscheinung von materiellen Gehirnprozessen, für den andern die der zugehörigen Seelenerscheinungen . . .

Der gesamte physische Prozeß der Welt unterliegt der Periodizität, von den Umläufen der Himmelskörper bis herab zu den Licht- und Schallschwingungen, die durch die feinere physikalische Analyse zum Vorschein kommen. Kein Wunder, wenn auch die psychophysischen Vorgänge sich als Schwingungsvorgänge darstellen. Solche nun sind in mannigfache Bewegungsmomente zerlegbar oder als daraus zusammengesetzt vorstellbar, ohne daß diese innerlich unterschieden werden, vielmehr liegen einfachen und einheitlichen psychischen Resultanten überhaupt Vorgänge unter, die eine Mannigfaltigkeit von Momenten einschließen, und man kann nun wieder fragen: wie kann das, was innerlich sich selbst einfach oder einheitlich erscheint, nach außen als mannigfaltig erscheinen? Insofern, als es die Resultante der nach außen erscheinlichen Mannigfaltigkeit selbst ist. Daß aber das auch nach außen als mannigfaltig erscheinende Wesen eine einfachere Innererscheinung als Resultante haben kann, ist nicht a priori zu beweisen, sondern ist eine der Grundtatsachen der Beziehung von Leib und Seele, auf denen die Psychophysik zu fußen hat.

Der Gebrauch des Wortes Resultante hierbei ist übrigens nur für die von der Psychophysik eingehaltene Richtung bequem und brauchbar, nach welcher das Psychische als Funktion des Physischen betrachtet wird. Nach idealistischer Auffassung hängt die innere Erscheinung

Digitized by Google

jeder Seele mit einer Erscheinlichkeit für andere Seelen und für den ganzen Weltgeist, dem alle immanent sind, wechselbedingt zusammen; das gibt die Vielseitigkeit der äußeren Erscheinlichkeit . . .

Wonach es die Grundverschiedenheit des innern und äußeren Standpunktes der Auffassung desselben Wesens ist, was die Verschiedenheit der geistigen und materiellen Welt bedingt. Hiernach kann das, was sich selbst innerlich einfach erscheint, durch die Mannigfaltigkeit der Beziehungen, die es nach außen entwickelt, für die äußere Erscheinung als zusammengesetzt auftreten, woran das synechologische Prinzip hängt.

Eine Folgerung dieser allgemeinen Grundansicht aber ist, daß es allerdings ebenso eine reine Psychologie wie reine Physik geben kann, die sich weder um einander noch um eine Psychophysik kümmern. Jede der ersteren betrachtet nämlich die Welt im Zusammenhange von ihrem besonderen, respektiv inneren oder äußeren Standpunkte aus; und warum sollte sie es nicht dürfen; nur soll schließlich keine vergessen, daß sie doch nur eine Einseitigkeit ist, wozu es noch einer Lehre bedarf, welche die Einseitigkeiten verknüpft. Eine solche Lehre aber ist die Psychophysik.

Das psychisch Einheitliche und Einfache knüpft sich an ein physisch Mannigfaltiges, das physisch Mannigfaltige zieht sich psychisch ins Einheitliche, Einfache oder das Einfachere zusammen. Oder anders: Das psychisch Einheitliche und Einfache sind Resultanten physischer Mannigfaltigkeit. die physische Mannigfaltigkeit gibt einheitliche oder einfache Resultanten. Das psychisch Einheitliche und Einfache sind insofern unterschieden, als das Einheitliche selbst noch die Verknüpfung einer unterscheidbaren Mehrheit ist, woraus aber das Bewußtsein der Verknüpfung oder das verknüpfende Bewußtsein als etwas identisch Einfaches abstrahirbar ist, wie man sich an der Einheit des Bewußtseins, der Einheit einer Idee oder eines Begriffes erläutern kann, indes das schlechthin Einfache keine unterscheidbare Mehrheit mehr einschließt, und nur Element für Verknüpfungen, aber nicht selbst mehr Verknüpfung von Einfacheren ist, wozu eine einfache Ton-, Farben-, Geruchsempfindung Beispiele gewähren.[1])

Nach dieser Darlegung der psychologischen Ansichten Fechners gemäß dem Wortlaute seiner Schrift frage ich jeden unbefangenen Leser, ob ich dem Verfasser Unrecht tat, wenn ich seine Weltanschauung materialistisch nannte, trotzdem daß er sie selbst idealistisch monistisch nennt. Wenn das Psychische vom Physischen sich nur durch den Standpunkt des Beobachters beider Gebiete unterscheidet und die physischen

1) S. 255 ff. u. S. 17.

Digitized by Google

Akte materielle Vorgänge im Gehirn, speziell Schwingungserscheinungen, sind, kann dann das Psychische etwas anderes als ein materieller Schwingungsvorgang sein?

Aus diesem Grunde muß ich auch den Einwand Herings und Müllers, trotz aller Einreden Fechners, für triftig erachten, daß nach seiner Grundansicht zwischen Psychischem und Physischem einfache Proportionalität, nicht logarithmische Abhängigkeit bestehen müsse. Aus dem Weberschen Gesetze leitet, wie wir in unserer früheren Abhandlung ausgeführt haben, Fechner, wie wir glauben, durchaus triftig, den Satz ab, daß die Empfindungsstärke mit der Reizstärke nicht etwa einfach proportional ab- und zunimmt, sondern daß sich die Empfindungsintensitäten verhalten wie die Logarithmen der Reizstärken. Er selbst hält die Reizstärken den physiologischen Erregungen einfach proportional, sowohl wegen der Gleichartigkeit beider Vorgänge als auch wegen des kausalen Zusammenhanges zwischen beiden. Ganz gut, aber zwischen der Empfindung und ihrem physischen Untergrunde ist die Gleichartigkeit und die kausale Abhängigkeit noch inniger. Gewiß unterscheidet sich der physische Vorgang an einem riechenden oder leuchtenden Körper weit mehr von dem chemischen Prozesse, den er in unseren Sinnen erregt, als zwei Vorgänge, die sich nur durch die Verschiedenheit des Standpunktes des Beobachters unterscheiden sollen.

Ob eine Wirkung mit ihrer Ursache gleichartig und einfach proportional sei, hängt von der Beschaffenheit des Systems ab, auf welches die Ursache wirkt; dasselbe kann aber sicher so kompliziert sein, daß die in ihm erzeugte Bewegung in sehr verschiedener funktioneller Abhängigkeit von der erregenden Bewegung steht. Darum folgt mit nichten, daß die Schall- und Ätherschwingungen der in den komplizierten Sinnesapparaten erzeugten Bewegung einfach porportional gehen müssen: wohl aber müßte diese der Empfindung einfach porportional sein, wenn letztere nur einen andern Standpunkt der physischen Erregung repräsentiert.

Allerdings kann durch die Verschiedenheit des Standpunktes eine einfache Proportionalität in eine kompliziertere verwandelt werden; ein Kreis stellt sich für einen schiefen Standpunkt als Ellipse dar, die elliptische Bahn eines Planeten wird nach der verschiedenen Stellung der Erde verzerrt; ich kann aber nicht denken, daß für Fechner das Psychische nur einer parallaktischen Verschiebung des Physischen oder umgekehrt entspricht: wenn er aber mit einer solchen Auffassung ernst macht, dann kehrt der bereits gegen ihn erhobene Einwand mit verdoppelter Kraft zurück, dann ist das Psychische in Wahrheit Physisches, das Physische in Wahrheit Psychisches, obgleich sie schein-

Digitized by Google

bar ganz verschieden sind. Es mag dann noch um das Wort gestritten werden und dahingestellt bleiben, ob man solche Vereinerleiung von Physischem und Psychischem Materialismus oder monistischen Idealismus nennen soll; nach neuester Bezeichnung könnte man sie psychischen Materialismus nennen.

Ob aber ein psychischer Materialismus möglich sei, ist keine Wortfrage; derselbe muß vielmehr als eine der Erfahrung und Vernunft widerstreitende Verirrung bezeichnet werden. Den einzelnen diskreten Elementen kann Leben und Empfindung sicher nicht beigelegt werden; denn eine solche Annahme widerspricht aller Erfahrung und hebt den tatsächlichen Unterschied zwischen lebender und lebloser Natur auf. Nun läßt allerdings Fechner die psychischen Tätigkeiten nicht an einzelnen Teilchen, sondern an einer Gesamtheit derselben, und nicht an ihrem Wesen, sondern an Schwingungszuständen derselben haften. Diese Auffassung ist aber durchaus unhaltbar. Denn die Empfindung, nicht minder wie die geistige Vorstellung, die Idee, ist kein Schwingungszustand, überhaupt keine nach außen gehende, sondern eine immanente Tätigkeit. In der Vorstellung bewirkt die Seele nicht etwas außer ihr, sie verändert nicht ihre äußeren Beziehungen zum Ort, sondern sie macht sich selbst etwas gegenständlich. Nehmen wir nun an, das empfindende Prinzip sei ein Komplex von schwingenden Atomen, so hat entweder jedes einzelne derselben schon die Empfindung, z. B. das Rot, oder dieselbe soll erst durch Zusammenwirken der schwingenden Atome hergestellt werden. Im ersteren Falle hätten wir so viele Rotempfindungen als Teile vorhanden sind und ein einheitliches Bewußtsein davon wäre unmöglich. Denn das Bewußtsein ist so immanent, daß es einen absoluten Widerspruch einschließt, zu sagen, man werde sich eines fremden psychischen Zustandes bewußt. Ein jedes der empfindenden Elemente wüßte also nur um seinen Teil der Empfindung, keines um die eines andern, geschweige denn um die Totalempfindung.

Dagegen kann man nicht einwenden, daß tatsächlich die Farbenempfindung von verschiedenen diskreten Stäbchen und Zapfen des gelben Flecks im Auge vermittelt wird; denn wie das Vorstehende zeigt, können nicht diese diskreten Teile das adäquate Prinzip der Empfindung sein; es muß ein einheitliches, stetig verbreitetes Prinzip die Diskontinuität jener Teile aufheben.

Es wird also Fechner die andere Alternative ergreifen müssen, daß noch nicht die einzelnen Elemente empfinden, sondern erst durch ihr Zusammenschwingen die Empfindung entsteht. Aber wenn die einzelnen Komponenten nichts tun als schwingen, so kann die Resultante

Digitized by Google

auch nur ein, wenn auch einfacherer Schwingungszustand sein. Es ist eine reine Unmöglichkeit, daß man aus der Kombination von materiellen Bewegungen etwas anders als wieder Bewegung erhält; selbst der Spannungs- oder auch der Ruhezustand, der durch ein System von Bewegungen erzielt wird, ist entweder ein wahrer oder scheinbarer Gleichgewichtszustand, der rein mechanische Gesetze befolgt, nie ein psychischer Vorgang, keine Empfindung, kein Gedanke. Soll wirklich etwas Psychisches herauskommen, so müssen die einzelnen Schwingungsvorgänge schon psychischer Natur sein. Nun läßt sich allerdings begreifen, wie aus schwachen Partialempfindungen eine stärkere Totalempfindung oder selbst eine größere räumliche Ausdehnung der Empfindung, vielleicht auch noch, wie aus mehreren vorgestellten Merkmalen eine Gesamtvorstellung eines Objektes entstehe: aber aus unvollendeten Empfindungen verschiedener Teile kann keine vollkommene Empfindung resultieren. Weil nämlich die Empfindung wesentlich immanente Zuständlichkeit des empfindenden Subjektes ist, so kann eine Vereinigung getrennter Empfindungsmomente nicht stattfinden. Nur bei Tätigkeiten, die nach außen gehen, kann eine Vereinigung in einem gemeinschaftlichen Zielpunkte stattfinden; bleiben die empfindenden Teile unterschieden, so können sie auch nur unterschiedene Empfindungen haben: kein Teil kann sich der ganzen Empfindung, jeder nur seiner Partialempfindung bewußt werden. Dies trifft selbst zu, wenn schwächere, räumlich oder objektiv eingeschränktere Empfindungen zu einer stärkeren, ausgedehnteren, inhaltsvolleren Vorstellung verknüpft werden sollen: ist nicht ein einheitliches Subjekt da, welches die zu vereinigenden Partialtätigkeiten in sich hat, können sie nie in einen einheitlichen Bewußtseinsakt verschmolzen werden. Bei der Annahme unvollendeter Partialempfindungen kommt noch die Ungereimtheit hinzu, daß sie Bruchteile einer Empfindung, Viertel, Fünftel eines Gedankens in den Kauf nehmen muß.

Doch geben wir selbst einmal das Unmögliche zu, aus Schwingungen resultierte eine einfache Empfindung: wie kommt die Vergleichung verschiedener Empfindungen zustande? Um mehrere Empfindungen mit einander zu vergleichen, z. B. sich des Unterschieds von Rot und Grün bewußt zu werden, um zu sagen, daß Wärmegefühl angenehmer als Kältegefühl sei, muß ein und dasselbe Subjekt zu gleicher Zeit beider Empfindungen sich bewußt sein. Sind nun Empfindungen Resultanten von Schwingungen, so müssen verschiedene entgegengesetzte Empfindungen verschiedene, entgegengesetzte Schwingungsresultanten haben. Es muß also ein und dasselbe Subjekt, welches sich der verschiedenen Empfindungen bewußt ist, gleichzeitig verschiedene Schwing-

Digitized by Google

ungszustände oder aus Schwingungszuständen resultierende Lagen, Kombinationen haben. Nun aber kann ein und derselbe Komplex von elementaren Teilchen nicht gleichzeitig verschiedene Schwingungs- oder Lagerungszustände haben. Wohl kann ein Teil des Systems so, das andere anders schwingen oder angeordnet sein: aber in uns muß beim Vergleichen genau dasselbe Subjekt, welches die eine Empfindung hat, auch die andere haben; letztere können nicht, wie dies bei verschiedenen Schwingungs- oder Lagerungszuständen der Fall sein muß, auf verschiedene Teile des psychophysischen Systems verteilt sein.

Diesen Folgerungen kann man sich nicht dadurch entziehen, daß man das Resultieren des Psychischen aus dem Physischen abschwächt, und keinen strengen Kausalzusammenhang zwischen beiden, sondern nur ein funktionelles Abhängigkeitsverhältnis annimmt; „das Psychische ist nach dem (synechologischen Prinzip) an den Bestand des Physischen gebunden und ändert sich nur in Abhängigkeit von ihm". Denn an dem Physischen kann doch nicht ohne Weiteres etwas Psychisches hängen, das Physische ist und bleibt Physisches; daß damit eine Empfindung verbunden sei, muß einen außer dem Physischen liegenden Grund haben. Einen solchen gibt nun Fechner auch an, indem er eine gemeinschaftliche Substanz zum Träger der psychischen und physischen Zustände macht. Hiermit kommen wir aber zum entscheidenden Wendepunkt der Frage. Kann wirklich eine und dieselbe Substanz das Subjekt psychischer und physischer Zustände sein? Dies ist mit aller Entschiedenheit zu leugnen. Das Psychische verlangt eine nicht bloß einheitliche, sondern einfache Substanz. Die physischen Erregungen, seien sie nun Schwingungen oder irgend welche andere Bewegungen, verlangen ein Mannigfaches, Ausgedehntes, da sie selbst ausgedehnt und mannigfach sind. Daß die psychischen Zustände ein einheitliches, einfaches Subjekt fordern, dürfte schon aus den obigen Ausführungen über die Immanenz der Empfindungen und die Vergleichung derselben klar sein; für eine ausführlichere Darstellung können wir wohl auf unsere anderweitige Behandlung des Gegenstandes namentlich in unserem Lehrbuch der Psychologie verweisen.

Die Psychophysik in der Theologie.

Fechner macht aber seine Aufstellung dadurch noch unhaltbarer, daß er die Psychophysik auf das ganze Weltall ausdehnt, überall auch außer dem Menschen das Psychische dem Physischen parallel gehen läßt, ja im Allgeist selbst die psychophysischen Prozesse mit Empfindungen und Reizschwelle annimmt. Er sagt:

„In meinen allgemeinen Ansichten ist Zweies einbegriffen. Erstens, daß nicht bloß der Mensch, sondern die ganze Welt über

Digitized by Google

den Menschen hinaus, mit Einschluß aber des Menschen, ein psychophysisches System ist, welches ein allgemeineres Bewußtsein, als das menschliche ist, mit Einschluß aber des menschlichen, trägt, das ihm bloß ebenso als eine Besonderheit ein- und untergeordnet ist, wie dies nach materieller Seite von dem Körper des Menschen bezüglich des allgemeinen Systems körperlicher Dinge gilt, und nach geistiger Seite von Einzelheiten in unserem eigenen Geiste bezüglich unseres ganzen Geistes gilt.

„Zweitens, daß das Hervortreten des menschlichen Bewußtseins aus dem Allgemeinbewußtsein als einer davon unterscheidbaren Besonderheit ebenso an einer hinreichenden Erhebung des ihm unterliegenden psychophysischen Prozesses über den allgemeinen Prozeß hängt, als das unterscheidbare Hervortreten einer Sonderbestimmung unseres Bewußtseins an einer entsprechenden Bedingung nach dem Prinzip der Mischungsschwelle hängt.

„Mit dem Prinzip der Schwelle ist das synechologische Prinzip, wonach sich das psychisch Einheitliche und Einfache an ein physisch Mannigfaltiges knüpft, und umgekehrt, in verallgemeinernde Anwendung zu bringen. Der gesamte physische Prozeß der Welt unterliegt der Periodizität von den Umläufen der Himmelskörper bis herab zu den Licht- und Schallschwingungen, die durch die feinere physikalische Analyse zum Vorschein kommen.

„Nach vorigem Prinzip geben denn auch die physischen Prozesse der Welt, als psychophysische gefaßt, im Menschen wie über den Menschen hinaus einheitliche und einfache Resultanten. An den Totalprozeß der Welt knüpft sich die Einheit des allgemeinsten, sagen wir göttlichen, Bewußtseins, in dem aber viel Unterscheidbares enthalten ist, was wieder untergeordnete Einheiten darstellt, wie die Einheiten der geschöpflichen Seelen, bis zu den einfachsten Empfindungen in denselben herab.

„Hiernach kann man die Verhältnisse zwischen dem Totalbewußtsein der Welt und dem Spezialbewußtsein des Menschen und der übrigen Geschöpfe schematisch wie folgt darstellen. Sofern der als psychophysisch gefaßte, physische Prozeß der Welt nach Ort und Zeit wechselt, werde seine Stärke für jeden Raum- und Zeitpunkt durch eine Ordinate über einer Horizontallinie oder Ebene dargestellt, durch welche die nie unterschreitbare Schwelle des Totalbewußtseins der Welt repräsentiert ist. Vermöge jenes Wechsels ändert sich die Höhe der Ordinaten nach Ort und Zeit und nimmt die gesammte psychophysische Tätigkeit der Welt die Gestalt einer Welle oder eines zusammenhängenden Wellenzugs von nach Ort und Zeit veränderlicher

Digitized by Google

Höhe über der Grundschwelle an. Dieser Wellenzug wird, wenn man nur die zwei Stufen des allgemeinsten und des geschöpflichen Bewußtseins unterscheiden will, durch eine höher liegende Horizontallinie oder Ebene, die Schwelle des geschöpflichen Bewußtseins, geschnitten, über welche unzählige einzelne Wellengipfel (Oberwellen) zur Repräsentation des bewußten Lebens dieser Geschöpfe hinausragen, deren Bewußtsein deshalb von einander geschieden ist, weil diese Gipfel untereinander nur durch Teile des gesamten Wellenzugs *unter* dem Niveau der geschöpflichen Bewußtseinsschwelle (Prozesse der äußeren Natur) zusammenhängen, indes alle *oberhalb* der Totalschwelle des göttlichen Bewußtseins zusammenhängen, und so, indes sie sich selbst von einander *geschieden* fühlen, vom Allgemeinbewußtsein einheitlich nur als *unterschieden* zusammengefaßt werden.

„Man darf nur nicht meinen, daß die Ansicht, die durch voriges Schema repräsentiert wird, nach dem Schema konstruiert ist, sondern umgekehrt ist das Schema nach einer Ansicht konstruiert, die durch Verallgemeinerung von Prinzipien der menschlichen Psychophysik über das menschliche Gebiet hinaus gewonnen ist; und das Schema hat nur den Zweck, einen zusammenhängenden Überblick derselben zu gewähren. Wie anders aber, als durch das Mittelglied der menschlichen Psychophysik, könnte man zu einer Basis der Verallgemeinerung darüber hinausgelangen? Ich finde immer, daß wenn man auf meine allgemeinen Ansichten in diesen Dingen zu sprechen kommt, Analogie das dritte Wort ist, was ich zu hören bekomme, womit man diese Ansichten abfertigt und abgefertigt hält. Die Gesichtspunkte aber, welche zur Auffassung des gesamten physischen Weltprozesses als psychophysischen führen, sind nicht durch Analogie gewonnen und bestehen, wenn auch viele Strauße den Kopf davor unter die Flügel stecken."

„Denn so steht es noch heute: So wenig man zu allem Psychischen ein physisches Äquivalent gelten lassen will, so wenig zu allem Physischen ein psychisches Äquivalent; nur eine ausnahmsweise psychophysische Zusammengehörigkeit von beiden läßt man im Nervensystem der Menschen und Tiere zu, sieht hierin den einzigen Knoten, der beide übrigens auseinandergehenden Gebiete verknüpft, und die abstrakte Gottesidee schwebt über einer geistesleeren Welt. Damit wird die ganze Welt über Menschen und Tiere hinaus blind und taub, das Licht leuchtet nicht draußen, der Ton tönt nicht draußen, und so habe ich diese Ansicht die Nachtansicht genannt, obwohl es auch noch andere Gründe gibt, die herrschende Weltansicht so zu nennen.

---

1) S. 257 ff.

Digitized by Google

„Es hindert aber nicht nur a priori nichts, in der ganzen Welt ein einheitliches psychophysisches System zu sehen, welches das des Menschen nur teilhaft inbegreift, sondern es führen auch Analogie-, Kausal- und teleologische Schlüsse im Ausgange von der Tatsache unserer eigenen Beseelung zur Verallgemeinerung derselben darüber hinaus. Nicht ohne eingehende Sorgfalt habe ich solche in anderen Schriften entwickelt, habe aber freilich nicht hindern können, daß sie den Lukubrationen der Nachtansicht gegenüber als Phantasie gelten.

„Abgesehen von diesen Schlüssen läßt sich auf dem eignen Boden der Psychophysik selbst geltend machen, daß sich keine Grundeigenschaft der psychophysischen Bewegungen in uns finden oder erdenken läßt, welche einen wesentlichen Unterschied derselben von den auch außer uns vorkommenden Bewegungen begründete, wonach kein Grund ist, daß die Bewegungen über unser Nervensystem hinaus für einen allgemeineren Geist nicht eben so gut psychophysische sein sollten, als die Bewegungen in unserm Nervensystem für unsern, der dadurch nur in besonderer Weise in das allgemeine geistige Wesen eingepflanzt ist. Dazu ist von Zöllner u. A. mit Recht geltend gemacht worden, daß wenn nicht am Elementaren, was der physischen Bewegung in und außer uns gemeinsam ist, psychische Tragkraft hinge, solche durch keine Verwickelung der Bewegungen in den Organismen erst hervorgehen könnte. Es fruchtet nur das alles nichts, denn kann man es nicht hinwegspekulieren, so spekuliert man darüber hinweg.“ [1])

Fechner nahm es mir und andern sehr übel, daß man solche Aufstellungen Phantasien nennt, aber anders kann ich sie auch jetzt nicht nennen. Denn nur der Phantasie des Dichters kann es gestattet sein, die leblose Natur als lebendig zu fassen. Er glaubt, es geschehe ihm Unrecht, wenn man sie Analogien nennt, aber nicht einmal diesen Namen verdient die Verallgemeinerung des menschlichen Bewußtseins auf die ganze Welt. Nach dem Analogieschluß setzen ähnliche Wirkungen ähnliche Ursachen und umgekehrt entgegengesetzte Wirkungen entgegengesetzte Ursachen voraus. Da man aber unter dem Menschen keine Intelligenz, unter dem Tiere keine Empfindung, unter der Pflanze kein Leben beobachtet, so verlangt die Analogie, bloß den Menschen mit Verstand, das Tier mit Empfindung und Leben, bloß die Pflanze mit Leben begabt zu fassen, den Mineralien aber und der ganzen unorganischen Natur Leben und Bewußtsein abzusprechen.

Nun macht Fechner allerdings geltend, der Träger des Lebens und Bewußtseins, die psychophysische Bewegung, finde sich vollständig

1) S. 13 ff.

Digitized by Google

auch in der anorganischen Natur: — wäre dem wirklich so, fänden sich im Mineral dieselben Bewegungen wie im Nervensystem während der Empfindung, so müßte man mit aller Dringlichkeit im Nervensystem noch ein höheres Prinzip anerkennen, wodurch es kommt, daß dieselbe Bewegung, welche auch im Mineral vorhanden ist, hier Bewegung ist und bleibt, im Nervensystem aber eine Empfindung auslöst.

Nun kann allerdings jemand sich darauf steifen und im Mineral, in der Luft usw. Empfindung annehmen, obgleich sie nie und nirgends beobachtet wird: direkt wäre ein solcher ebenso wenig zu widerlegen, als ein Dichter, der den Planeten Mars von gefiederten Menschen bewohnt sein läßt. Jedenfalls möchte ich es denjenigen nicht verübeln, welche über Ursachen hinwegspekulieren, von denen keinerlei Wirkungen vorliegen. Es gibt eben in der Philosophie ernstere Schwierigkeiten und wichtigere Fragen zu lösen.

Wir geben Zöllner vollkommen Recht, wenn er meint, keinerlei Verwickelung der Bewegungen im Organismus könne die Empfindung hervorrufen; wie wir schon eben oben bemerkten: aus Bewegung kann nur wieder Bewegung, nie und nimmer aber Empfindung resultieren. Aber wir müssen ebenso entschieden gegen ihn betonen, daß die Empfindung auch nicht aus einer Mehrheit schon empfindender Elemente resultieren kann. Denn immanente Tätigkeiten können sich nicht zu einer Gesamttätigkeit zusammensetzen. Es wäre auch nicht ein einheitliches Subjekt der Empfindung da, als welches nach der Aussage des Bewußtseins unser Ich sich darstellt, sondern bei der realen Unterschiedenheit der empfindenden Elemente müßten so viele Bewußtsein auftreten als empfindende Subjekte.

Doch wenn wir auch alle diese Ungereimtheiten im menschlichen psychophysischen System übersehen wollten, die Auffassung des göttlichen Bewußtseins als einer Resultante eines allgemeinen Bewegungssystems ist eine durchaus ungeheuerliche Vorstellung. Wir brauchen hier nicht die Gründe zu wiederholen, welche verbieten, den letzten Grund der Dinge, das durch sich seiende Wesen, als bewegt, als ein vielfaches, als eine Summe von Teilen zu fassen, nur Weniges möge gegen diesen eigentümlichen Pantheismus Fechner's bemerkt werden.

Der Geist, welcher dem psychophysischen System zugrunde liegt, muß, weil er der letzte Grund der Welt ist, als absolut und unendlich gefaßt werden. Ein unendlich vollkommener Geist kann aber nicht mit der endlichen Welt identifiziert werden; er kann auch nicht die Weltprozesse mit ihren mannigfachen Entwickelungszuständen als (äußere) Momente in sich enthalten. Er muß als reiner Geist ge-

Digitized by Google

faßt werden, da die Materialität und die Hinordnung zum Materiellen, die Abhängigkeit von Bewegungszuständen materieller Teile, eine offenbare Unvollkommenheit ist. Das Bewußtsein eines reinen unendlichen Geistes kann nicht durch Schwingungszustände bedingt sein; denn er besitzt in seiner abgeschlossenen Allwissenheit die Kenntnis aller Dinge und alles Geschehens in der Welt. Hinge sein Bewußtsein an einem Bewegungszustande, so wäre sein Erkennen wirkliches und eigentliches Empfinden, wie solches der an den Stoff gebundenen sinnlichen Seele des Tieres und des Menschen eigentümlich ist. Es ist aber ungereimt, den absoluten Geist als sinnliche Seele zu fassen, die nur graduell von der Menschen- und Tierseele sich unterschiede. Einen nur graduellen Unterschied bildet allerdings die tiefere Lage der Empfindungsschwelle beim Allgeist; er reagierte noch auf so feine Reize, welche beim Menschen ohne alle bewußte Empfindung bleiben.

Aber gerade darin, daß die Reiz- und Empfindungsschwelle auch auf das allgemeine Bewußtsein übertragen wird, liegt eine neue Ungereimtheit. Es liegt offenbar ein Mangel an Empfindlichkeit darin, daß für uns der Reiz erst eine bestimmte Stärke haben muß, ehe er von Empfindung begleitet wird: eine vollkommene Empfindlichkeit muß auf jeden auch den schwächsten Reiz reagieren. Bei ihr wird erst mit dem Reize 0 die Empfindung 0. Da nun aber die Reizschwelle für die Verallgemeinerung der Psychophysik auf das Weltganze unentbehrlich sein soll, so fällt mit der Unmöglichkeit der Schwelle in dem Weltbewußtsein dieses letztere selbst. Daß nun gar die Einzelbewußtsein nur Teile des allgemeinen Bewußtseins sein sollen, ist eine so willkürliche und in sich so wie den Tatsachen widersprechende Vorstellung, daß es hinreicht, sie oben notiert zu haben.

Fechner gegen die negativen Empfindungen als unbewußte.

Die psychophysische Maßformel, welche die Abhängigkeit der Empfindungsstärke (s) von der Reizstärke r ausdrückt

$$s = k \cdot (\log r - \log \rho)$$

liefert negative Werte, wenn ρ, der Schwellenwert des Reizes, größer ist als der wirklich angewandte Reiz. Diese negativen Empfindungen haben viele Anfeindungen erfahren; ich habe dieselben nicht beanstandet, sondern im Gegenteil versucht, ihnen eine sicherere und mehr auf die Tatsachen gestützte Deutung zu geben, als sie bei Fechner gefunden. Nach ihm ist bei der negativen Empfindung gar nichts von Psychischem gegeben, der Reiz ist zu schwach, um in der Seele etwas zu wirken, er bewirkt nur in den Nerven eine proportionale Erregung. Dagegen

Digitized by Google

glaubte ich auf die unbewußten Empfindungen zurückgreifen zu sollen, die ich nicht meinem psychologischen System zu Liebe, sondern auf Tatsachen gestützt annehme und in meinem Lehrbuche der Psychologie unabhängig von irgend welchen theoretischen Voraussetzungen begründet habe. Die Möglichkeit und Beschaffenheit solcher Empfindungen habe ich dort allerdings aus der vorausgesetzten Beziehung zwischen Leib und Seele verständlich zu machen gesucht. Daß dieselben nicht mit meinem System stehen und fallen, konnte Fechner schon daraus abnehmen, daß das „Unbewußte" die Grundlage von ganz andern Systemen bildet. Th. Lipps stützt seine ganze Psychologie auf einen unbewußten Unterstrom. Du Prel, ein ebenso ausgesprochener Monist und Idealist wie Fechner, statuiert in seiner „Philosophie der Mystik" ein eigenes transszendentales Subjekt im Menschen als Träger einer unbegrenzten Menge von unbewußten Erscheinungen. Derselbe läßt auch die vergangenen Tätigkeiten aus dem Unbewußten ins Bewußte zurückkehren, wenn sie wieder erinnert werden. Und in der Tat gibt es kaum ein schlagenderes Beispiel für unbewußt in uns vorhandene Zustände wie die Erinnerungsobjekte: dieselben müssen doch irgendwie, sei es aktual, wie Du Prel meint, oder potenzial, der Disposition nach, in uns vorhanden sein, damit wir uns derselben erinnern können. Sonst wäre gar kein Grund gegeben, daß wir uns nicht auch anderer niemals erlebter Zustände erinnerten; die erlebten und nicht erlebten verhielten sich unserer Erinnerung gegenüber ganz gleich, wenn erstere in keiner Weise in uns verblieben. Dies bestreitet auch Fechner nicht, im Gegenteil versucht er eine allgemeine psychophysische Repräsentation aller Erinnerungen begreiflich zu machen. Er muß darum annehmen, daß die einmal erregten Schwingungen, an welchen der psychische Akt hängt, fortdauern, so lange die Erinnerung möglich sein soll.

Diese Annahme ist aber durchaus unhaltbar. Denn schon bei mäßigem Gedächtnis zeigt sich die Erinnerungsfähigkeit an keine bestimmten Grenzen gebunden. Wir vermögen bei gehöriger Aufmerksamkeit und Übung jedes Erlebnis und jeden Umstand festzuhalten. In außergewöhnlichen Fällen, die hier ebenso gut beweisen, als wenn sie normal wären, hat sich z. B. im Traume, im Delirium, in der Todesangst das ganze vergangene Leben mit allen Einzelheiten, die längst nicht mehr erinnert wurden, dem Bewußtsein dargestellt. Manche Menschen haben ein so ungewöhnlich starkes Gedächtnis, daß sie alles behalten, was sie einmal gelesen haben.

Ist nun jeder Akt der Seele durch eine Schwingung repräsentiert, so müssen wir so viel unterschiedene Schwingungen im Gehirn

Digitized by Google

voraussetzen, als wir je Verschiedenes empfunden, gewollt, gedacht, vorgestellt haben, jetzt empfinden und vorstellen und je denken und empfinden werden. Denn ein und dieselbe Schwingung kann nicht verschiedene psychische Zustände tragen. Da nun ein und dasselbe Teilchen gleichzeitig nur eine Art von Schwingungen ausführen kann, so brauchen wir für die unbegrenzte Zahl der psychischen Akte eine unbegrenzte Zahl von Nervenganglien der grauen Substanz des Gehirns; denn an diese sollen ja die psychischen Zustände gebunden sein. Mag man sich nun aber auch noch so fabelhafte Vorstellungen von der Anzahl der Gehirnganglien machen: daß sie der unserer unterschiedenen psychischen Akte gleichkomme, wird doch niemand im Ernste behaupten wollen.

Wahr ist allerdings, daß ein *System* von schwingenden Teilchen gleichzeitig verschiedene Wellenbewegungen ausführen kann; die durch einen Ton erregte Luft kann gleichzeitig durch eine ganze Menge anderer, die aus anderer Richtung kommen, in Schwingung versetzt werden. Die Wellen des einen Tones pflanzen sich durch die Wellen des andern ungestört fort.

Aber dieses Durcheinander ist nicht ohne Grenzen, wie auch Fechner einräumt, wenn er sagt, man könne, um Porto zu sparen, einen Briefbogen wohl horizontal und vertikal und noch diagonal beschreiben, aber der Deutlichkeit halber lege man besser noch ein Blatt bei. Daß aber im Gehirn der Blätter nicht unbegrenzt viele sind, liegt auf der Hand, und zeigt sich um so dringlicher, wenn, wie Fechner annimmt, verschiedene Partien sich nach und nach für bestimmte psychische Akte eingerichtet und angeordnet haben.

Er glaubt dadurch der Schwierigkeit zu entgehen, daß er einzelne Anordnungen und Schwingungen als Teile in ein größeres System eingehen läßt, aus welchem sie später wieder ausgeschieden werden könnten, oder daß, wie sich ein System aus mehreren früheren hergestellt habe, so die früheren durch Zurückziehen von dem jetzigen wieder erreicht werden könnten. Dabei werden aber physikalische Verhältnisse mit psychischen verwechselt. Wohl kann man zusammengesetzte Schwingungszustände in einfachere zerlegen, aus denen sie auch resultieren, aber dies geschieht nach physikalischen Gesetzen, nicht nach psychischen Momenten. Man kann z. B. eine komplexe Schwingung nach der Ohm'schen Formel in einfache Pendelschwingungen zerlegen: aber daß die so hergestellten Partialschwingungen gerade früheren Seelenzuständen entsprechen, ist ein Ding der Unmöglichkeit. In der zusammengesetzten Schwingung läßt sich die einfache in ihr aufgegangene noch weit weniger erkennen; denn die Resultante ist nach Intensität, Richtung, Form der Bewegung durchaus von den Komponenten verschieden. Nur

Digitized by Google

physikalische Eingriffe und Momente vermögen eine Zerlegung der Resultante in bestimmte Komponenten herbeizuführen. So wird nur ein solcher Anstoß auf eine komplexe Schwingung einfache Pendelschwingungen herbeiführen, welcher diese letzteren periodisch wiederkehren lassen kann.

Das Zurückgehen von einer jetzigen Anordnung und Schwingung durch die dazwischenliegenden Zustände auf einen ursprünglichen Zustand wird kaum physikalisch erklärt werden können; psychisch ist aber ein solches Zurückverfolgen nur in einem über den schwingenden Teilchen stehenden Bewußtsein möglich, in dem jene Zwischenzustände einigermaßen haften bleiben.

Fechner versucht unsere Gründe [1]) für die unbewußten Empfindungen zu widerlegen, aber wie es scheint, nicht mit Erfolg. Von einigen der von uns angeführten Tatsachen, wie daß das Aufwecken eines Menschen aus tiefem Schlafe nur als psychischer Vorgang gefaßt werden könne, und der Schläfer schon vor dem erwachten Bewußtsein empfinden müsse, behauptet er, sie bewiesen wohl in meinem Systeme, nur wisse er nicht, wiefern durch Folgerungen aus meinem System dem seinigen ein Schaden geschähe. Ich glaube nicht, daß diese Tatsachen nur in meinem Systeme beweisen; daß aber das Fechner'sche System durchaus unhaltbar ist, und darum auf dasselbe gestützte Erklärungen nicht zu brauchen sind, dürfte wohl aus Obigem klar sein.

Ich hatte geltend gemacht, daß wir im Unbewußtsein sogar den Empfindungen entsprechend handeln, z. B. Bewegungen machen, um den unbewußten Schmerz zu lindern. Dagegen bemerkt Fechner, ich vergäße, daß ein im Rückenmark Gelähmter das gekitzelte oder gestochene Bein rein reflektorisch zurückziehen kann, ohne etwas von Kitzel oder Schmerz zu empfinden; die Maschine sei eben darauf eingerichtet. Nun war mir aber nicht bloß diese Bewegung eines geköpften Frosches bekannt, sondern noch weiter, daß er mit dem Fuße die Säure wegwischt, die man auf seine Haut bringt, daß er einer elektrischen oder mechanischen Reizung durch einen Sprung zu entfliehen sucht, daß er auf den Rücken gelegt, sich wieder umdreht. Wenn ihm das Bein abgeschnitten wird, so sucht er mit dem Stumpf die Säure zu entfernen, gelingt ihm dies nicht, so gebraucht er das andere Bein. Selbst wenn man ihm die Schenkel zerbricht, so treffen sie die mit Säure geätzte Stelle sicher und um so sicherer, je häufiger man den Versuch wiederholt. Nun fehlt aber dem enthaupteten Frosch das Organ des Bewußtseins, das Gehirn, eine Wanderung desselben

1) Dieselben werden wir unten anführen.

Digitized by Google

ins Rückenmark anzunehmen, ist gewiß sehr abenteuerlich. Und doch sind die Empfindungen da; wer alle diese zweckmäßigen Bewegungen auf Einrichtung des Mechanismus zurückführen will, der kann und muß aus gleichem Grunde mit Cartesius das lebende Tier gleichfalls zur Maschine machen.

Ich hatte weiter bemerkt, daß man durch Abwenden der Aufmerksamkeit einen Schmerz unbewußt machen kann, dessen Fortdauer jedoch sich in der unbehaglichen Gesamtstimmung kundgebe. Dagegen erwidert Fechner: „In der Tat ist die Spannung unbehaglich, in die uns ein willkürliches, stetig ausgehaltenes Abziehen der Aufmerksamkeit von einem namentlich starken Zahnschmerz versetzt; aber was hat dieses Unbehagen mit der Empfindung des Zahnschmerzes selbst zu schaffen?"

Es ist aber klar, daß die unbehagliche Stimmung nicht von dem gewaltsamen Abziehen der Aufmerksamkeit herrührt; dieses Abziehen kann ja ganz spontan durch eine interessante Erscheinung oder Vorstellung vor sich gehen, und die Trübung unserer Stimmung dauert doch fort. Es kann also der Schmerz nicht vollständig verschwunden sein.

Wir gehen noch etwas spezieller auf die Metaphysik Fechner's ein, wie er sie ausführlich im Zend-Avesta entwickelt hat.

Zend-Avesta.

Es könnte auffallen, daß zwei Philosophen, welche wie Himmel und Hölle von einander abstehen, der sittlich ernste Naturforscher Fechner und der phantastische Apostel des Übermenschentums Nietzsche, beide ihre Weltauffassung durch den geheiligten Namen des Parsismus charakterisiert haben; das Bedenken verschwindet aber, wenn man sieht, daß diese Namen nur äußerlich diesen modernen Systemen als Etiketten aufgeklebt sind. Denn die Lebensweisheit des Zarathustra mit ihrer mehr physischen als sittlichen, geradezu abergläubischen Moral steht in diametralem Gegensatz zu der Herrenmoral Nietzsches, und der Dualismus des Zend-Volkes ist das gerade Gegenteil von dem zur Weltauffassung erhobenen psychophysischen Parallelismus Fechners, dem Geistiges und Leibliches, auch weiterhin Göttliches und Geschöpfliches nur die zwei Seiten desselben Eins, ungefähr wie die konvexe und konkave Seite eines Kreises sind.

Wenn wir den Gegensatz zwischen Fechner und Nietzsche als den von Himmel und Hölle bezeichnen, so ist das nicht zu stark; denn Nietzsche ist der ausgesprochenste Antichrist, während Fechner durch seine Spekulation das Christentum zu stützen glaubt, es der modernen

Digitized by Google

Welt in einer ihr mehr sympathischen Weise darzulegen unternimmt. Dies ist seine ausgesprochene Tendenz, welche er in seinem bedeutendsten philosophischen Werke Zend-Avesta verfolgt; ob es ihm freilich gelungen, ist eine andere Frage. Dieselbe tritt gebieterisch an uns heran in dem Augenblicke, wo nach dem Tode Fechner's dieses Werk in neuer Auflage erscheint, und zwar wie man versichert als Helfer in der Not.[1])

Daß der Herausgeber nach fünfzig Jahren des ersten Erscheinens der beiden naturphilosophischen Schriften Fechner's „Nanna" und „Zend-Avesta" dieselben in neuer Auflage erscheinen läßt, hatte, wie er bemerkt, nicht nur einen historisch-philosophischen Grund, sondern noch mehr einen sachlichen; denn es „ist gerade die Hauptfrage der Untersuchung, die psychophysische Weltauffassung, aktueller als je, und das Fundament des sog. Parallelismus finden die Streitenden hier mit voller Umsicht gelegt."

Wie nämlich Fechner in der „Nanna" die Beseeltheit der Pflanzen zu erweisen gesucht, so will er in „Zend-Avesta" die Beseeltheit der Himmelskörper, der Erde, ja aller Wesen und der ganzen Welt von naturwissenschaftlichem Standpunkte aus dartun. Von demselben Standpunkte aus sucht er dann auch die Unsterblichkeit („die Dinge des Jenseits") plausibel zu machen.

Mit der Beseeltheit der ganzen Welt glaubt er den alten Glauben der Menschheit wieder herzustellen, jedenfalls will er keinen dem Christentum feindlichen Pantheismus, wie es nach seiner eigenen Versicherung scheinen könnte, behaupten.

Doch kommt es vor allem auf seine Beweise an: und diese sind keine naturwissenschaftlichen, sondern beruhen lediglich auf Analogien, auf Übertragung menschlicher und physikalischer Verhältnisse auf Gebiete, wo die Beobachtung versagt oder das Gegenteil beweist, denn von einer seelischen Äußerung ist bei anorganischen Wesen nie etwas beobachtet worden, sondern immer und überall das Gegenteil; es verlangt also die wissenschaftliche Methode, die seelischen Funktionen bei ihnen als Dichtung abzuweisen. Und dies um so dringlicher, wenn diese Dichtungen sich zu so abenteuerlichen Phantasien versteigen, wie wir sie bei Fechner finden. Die Atmosphäre z. B. ist ihm die feste Hülle, welche den Hirnschädel der Erde vertritt, wobei er freilich wieder die Einschränkung macht, daß sie kein so eingeschränktes Gehirn nötig habe.

---

1) Zend-Avesta oder über die Dinge des Himmels und des Jenseits. Vom Standpunkt der Naturbetrachtung. Von G. Th. Fechner. 2. Auflage, besorgt von K. Laßwitz. 2 Bde. Hamburg und Leipzig, Voß. 1901.

Digitized by Google

Am allerwenigsten entspricht es wissenschaftlicher Methode, die Parallelismusfrage durch die psychophysische Weltauffassung lösen zu wollen: denn das heißt Sicheres durch Zweifelhaftes, Erdichtetes begreiflich machen. Im Menschen liegt uns das Verhältnis von seelischen und physischen Phänomenen klar zutage: ob aber außer den Menschen und Tieren ein solches Verhältnis überhaupt besteht, ist zum mindesten zweifelhaft. Es einfach gegen alle Erfahrung annehmen und es weiter als ein allgemeines, wesentlich notwendiges aufstellen, worunter auch das im Menschen zu subsummieren sei: ist doch der Gipfel der Willkür und Unwissenschaftlichkeit.

Fechner will keinen unchristlichen Pantheismus, aber sein Gott ist nur eine Weltseele, die ganz und gar an den Stoff gebunden ist. Es gibt darnach nur ein Weltindividuum: die einzelnen Menschen sind Bestandteile der einen Weltsubstanz. Fechner glaubt diese Alleinheit mit der Individualität der einzelnen Weltwesen vereinigen zu können.

„Schließt denn überhaupt irgend eine Sonderung in Individualitäten die Verknüpfung in einer höheren Individualität aus? Setzt sie nicht vielmehr überall solche voraus? Wie individuell ist die Säule des Tempels gestaltet, geartet in Bau, Schmuck, Zweck, anders geartet als alle anderen Glieder des Tempels; doch ist sie nur ein untergeordnetes Glied des ganzen Tempels ... doch was wäre auch der Tempel ohne die Säulen?" „Gibt es wohl zwei menschliche Individuen, deren Individualität im geistigen Gebiete so weit abwiche, die so rein gegen einander abgeschlossen wären ... als die Gebiete der Farben und Töne? ... Und dennoch ist das ganze Reich der Farben und das ganze Reich der Töne durch einen höheren Geist in uns verknüpft; die Farbe weiß nichts vom Tone, der Ton nichts von der Farbe, aber ich, der höhere Geist, weiß von Farbe und Ton zugleich."

Gerade diese Beispiele beweisen, daß eine aus mehreren Individualitäten zusammengesetzte Individualität widersprechend ist: nur in dem Maße, als die Einzelindividuen ihre Selbständigkeit verlieren, können sie zu einem Individuum zusammenfließen, und mit der Selbständigkeit der Teilindividuen nimmt die Individualität des Ganzen ab. Die Säule kann wohl als Individuum betrachtet werden, aber der Tempel ist nur ein künstliches Aggregat, das menschliche Individuum vereinigt wohl in sich Gehörs- und Gesichtsempfindungen; diese sind aber keine Individuen, sondern Akzidentien. Solche können nicht nur, wenn sie disparat, sondern auch wenn sie einander direkt entgegengesetzt sind, wie Lieben und Hassen, Bejahen und Verneinen, in einem einzigen Individuum sich finden.

Digitized by Google

Nicht glücklicher ist Fechner mit den Beweisen für die Unsterblichkeit.

„Wenn ich das Auge schließe, und das sinnliche Bild erlischt, erwacht dann nicht statt seiner das geistigere der Erinnerung? Und wenn mich vorher der gegenwärtige Moment der Anschauung ganz befing, ich sah zwar alles hell und stark, doch immer nur, ebenda wo und wie sich's eben aufdrang, so fängt jetzt die Erinnerung alles dessen, was die Dauer meiner Anschauung umfaßte, im Einzelnen wohl weniger hell, im Ganzen lebendiger und reicher, selbst kräftig an, in mir zu leben und zu weben und zu verkehren mit allem andern was, durch frühere Anschauungen und andere Sinne immer in mich eingegangen ist.

„Wenn ich nun das Auge im Tode schließe, und mein sinnliches Anschauungsleben erlischt, wird dann nicht auch statt seiner ein Erinnerungsleben im höheren Geist dafür erwachen können? . . . So wahr aber mein Anschauungsleben das eines selbständig in ihm sich fühlenden und unterscheidenden Wesens war, so wahr wird es auch noch das Erinnerungsleben sein müssen."[1])

„Sieh zu, schon jetzt je fester sich einmal alle Sinne schließen vor dem Äußeren, je mehr ich mich zurückziehe in die Verdunkelung des Äußeren, um so wacher, heller wird das Erinnerungsleben, das längst Vergessene fällt mir wieder ein. Der Tod tut aber nichts anders, als die Sinne ganz fest, auf immer schließen, so daß auch die Möglichkeit des Wiedererwachens erlischt. So tief ist kein Augenschluß im Leben, so hell kann auch kein Erwachen von Erinnerungen sein, als es im Tode sein wird . . . Alle Kraft, die sich zwischen deinem diesseitigen Anschauungs- und Erinnerungsleben teilt, fällt im Jenseits deinem Erinnerungsleben allein zu; denn nur eben darum ist dein jetziges Erinnerungsleben so schwach, weil das Anschauungsleben hienieden den größten Teil der Kraft, die auf dich vom höheren Geiste verwandt wird, in Anspruch nimmt."[2])

Aber dabei ist übersehen, daß auch unsere Erinnerung an das Sinnenleben gebunden ist, daß z. B. durch Verletzung des Gehirns die Erinnerung vollständig verloren gehen kann. Und gar nach Fechner gehören Psychisches und Physisches so wesentlich zusammen, wie die konvexe und die konkave Seite des Kreises.

Dieses Bedenken ist auch Fechner nicht entgangen; aber die Lösung befriedigt wenig.

---

1) S. 191.
2) S. 196.

Digitized by Google

„Könnten wir nicht auch dereinst, ohne ganz leiblos zu werden, wie es ebenso wenig unsere Erinnerungen sind, doch in einer freieren materiellen Existenzweise gemeinschaftlich die irdische Natur erfüllen und uns selbst darin begegnen; also daß wir doch verhältnismäßig des beengenden und trennenden Leibes entkleidet schienen? . . . Die allgemeine Natur ist ebenso gut noch als allgemeine Unterlage dazu da, als das Gehirn für unsere Erscheinungen." [1])

Das sind Phantasien, jedenfalls bloße Möglichkeiten. Zum Erinnern reicht aber nicht die bloße Existenz einer materiellen Unterlage hin, sondern eine substantiale Einigung der Seele mit derselben. Der „geistige Leib" des Paulus, auf den sich Fechner beruft, ist der Seele nicht in der allgemeinen Natur gegeben, sondern muß ihr von der Allmacht Gottes erst bei der Auferstehung gegeben bzw. wiedergegeben werden.

Ebensowenig berechtigt ist die Berufung Fechner's auf den hl. Augustinus, der erzählt, wie der fromme Arzt Gennadius durch ein Traumgesicht von den Zweifeln über die Möglichkeit des Fortlebens der Seele nach dem Tode von einem Engel im Traume befreit wurde: „Wie die Augen deines Leibes jetzt, da du im Bette liegst und schläfst, untätig und unwirksam sind, und dennoch jene Augen, mit denen du mich siehst und dies ganze Gesicht wahrnimmst, wahrhaftig sind, so wirst du auch nach dem Tode alsdann, wenn die Augen deines Leibes nicht mehr tätig sind, doch noch eine Lebenskraft zum Leben und eine Empfindungskraft zum Empfinden haben. Laß dich also in keinen Zweifel mehr ein, ob nach dem Tode ein anderes Leben sei." — Und der hl. Augustin bemerkt, daß nach des frommen Mannes Aussage ihm aller Zweifel benommen wurde. „Und wer belehrte ihn wohl anders, als die Vorsicht und Erbarmung Gottes." [1])

Es ist klar, daß die Traumvorstellungen gerade so des Gehirns bedürfen, wie die wachen Wahrnehmungen: daß also objektiv der Schluß des „Engels" nicht stichhaltig ist; aber trotzdem konnte durch Leitung der göttlichen Güte auch durch einen bloßen Vergleich ein unbegründeter Zweifel gehoben werden.

Man muß es bedauern, daß Fechner, dem man ein ernstes edles Streben nach Wahrheit nicht absprechen kann, der sehr vorteilhaft gegen so viele andere moderne Philosophen, die mit dem frivolsten Hochmute auf die christlichen Wahrheiten herabsehen und sie durch ihre absurden Aufstellungen als abgetan bezeichnen, die christliche Philosophie

1) S. 201 f.
1) ep. 159.

Digitized by Google

so wenig gekannt hat. Sie würde ihm ganz andere Beweise für das Dasein eines unendlichen Geistes, für die Unsterblichkeit geboten haben. Dieselbe zeigt, daß Geistiges und Leibliches nicht wie die konvexe und die konkave Seite einer Kurve nur begrifflich, sondern real verschieden sind; daß die Seele auch Tätigkeiten hat, in welcher der Körper nicht innerlich, sondern nur äußerlich beteiligt ist. Daraus folgt, daß sie auch ein vom Stoffe unabhängiges Sein besitzt, und also auch ohne den Leib nicht völlig aller Lebensfähigkeit entbehrt.

Nanna.

Wir geben hier zur Charakterisierung der Weltanschauung Fechner's noch eine kurze Einsicht in seine „Nanna".

Der Herausgeber der zweiten Auflage von Fechner's vor fünfzig Jahren erschienenen „Nanna"[1]) bemerkt, daß sie in der Gegenwart dem Kopfschütteln der Naturforscher weniger begegnen werde, wie bei ihrem ersten Erscheinen. Der in der Gegenwart so beliebte psychophysische Parallelismus, der damit zusammenhängende Panpsychismus, die Evolutionslehre haben die Geister für die Annahme einer Beseelung der Pflanzen empfänglicher gemacht.

Eine Bürgschaft für die Wahrheit einer solchen Annahme liegt freilich in der bereitwilligeren Aufnahme derselben nicht: ein geistreiches Phantasiestück wird durch Phantasien allgemeiner und darum sehr bedenklicher Natur gestützt. Einem so geistreichen Forscher und Denker hält man solche Erzeugnisse der kombinatorischen Phantasie und geistreicher, sinniger Naturbetrachtung gerne zugute, und heute noch bereitwilliger, nachdem Fechner's Name durch die Begründung der jetzt so gepriesenen Psychophysik eine ungewöhnliche Berühmtheit erlangt hat. Er weiß ja auch Gründe aus der Erfahrung für die Beseeltheit der Pflanzen vorzubringen: aber für die Beseelung der anorganischen Natur, für die Entwicklung der Tiere aus den Pflanzen kann man keine Tatsachen, sondern nur aprioristische Metaphysik ins Feld führen. Etwas beweisen allerdings die Gründe Fechner's: die Gleichartigkeit der Pflanzen mit den Tieren inbetreff eines Lebensprinzipes, das man wohl Seele nennen kann; aber Empfindung, Streben und Lust und Unlust wird ihnen von der Phantasie verliehen. Und so beweist die Schrift gerade die von der Neuzeit so mißachtete und verpönte Lebenskraft. Fechner selbst hat ja seinen Aufstellungen den

1) Nanna, oder: Über das Seelenleben der Pflanzen. Von G. Th. Fechner. 2. Aufl. Mit einer Einleitung von K. Laßwitz. Hamburg und Leipzig, L. Voß. 1899.

Digitized by Google

Charakter geistiger Dichtung schon durch den Titel „Nanna“ aufgeprägt, den er Uhland's „Mythus von Thor“ entnahm.

„Nanna. Baldur's (des Lichtgottes) Gattin ist die Blüte, die Blumenwelt, deren schönste Zeit mit Baldur's Lichtherrschaft zusammentrifft.“ „Da es nun Zweck dieser Schrift ist, die Pflanzen in einer allgemein gottbeseelten Natur als eines individuellen Anteils dieser Beseelung wieder teilhaftig erscheinen zu lassen und insbesondere ihren Verkehr mit dem Lichtgott Baldur zu schildern oder, kürzer und einfacher, ihnen eine eigene Seele beizulegen und ihren Verkehr mit dem Lichte psychisch auszulegen; — da auch sonst das deutsche Wesen sich jetzt verjüngen, wieder selbstwüchsig werden und den, ach nur zu schönen antiken Zopf abstreifen will, so schien mir die alte welsche Heidin Flora der jungen deutschen Göttin Nanna weichen zu müssen. . . . Eine heimische Geisterwelt, wolle Gott auch wieder göttliche Welt, möge dafür aus dem heimischen Boden hervorsteigen und Nanna mit im Vortritt die neue Blütezeit bedeuten.“

So spricht nur ein überschwenglich phantastischer Dichter, aber kein Naturforscher oder Philosoph.[1])

Die Gründe, welche Fechner selbst für seine Ansicht anführt, sind folgende:

„1. Die ursprüngliche Natur-Ansicht der Völker sowie der charakteristische und ästhetische Eindruck, den uns die Pflanzen unmittelbar machen, spricht vielmehr für die Seele der Pflanzen, als die unter uns herrschende, auf anerzogenen Vorstellungen beruhende Volksansicht gegen dieselbe. (II. V.)

„2. Die Pflanzen sind uns zwar im ganzen unähnlicher als die Tiere, stimmen doch aber gerade in den Hauptgrundzügen des Lebens noch mit uns und den Tieren so überein, daß wir, wenn auch auf einen großen Unterschied in der Art der Beseelung zwischen ihnen und uns, doch nicht auf den Grundunterschied von Beseelung und Nichtbeseelung selbst zu schließen berechtigt sind. (II.) Im allgemeinen findet ein solches Verhältnis der Ergänzung beiderseits statt, daß das Seelenleben der Pflanzen Lücken ausfüllt, welche das der Menschen und Tiere lassen würde. (S. 28. 40. 87. 119. 235. 250. 274.)

„3. Daß die Pflanzen weder Nerven noch ähnliche Sinnesorgane zur Empfindung haben, wie die Tiere, beweist doch nichts gegen ihr Empfinden, da sie auch anderes, wozu das Tier der Nerven und besonders gearteter Organe bedarf, ohne Nerven und ähnliche Organe nur in anderer Form zu leisten vermögen; überhaupt aber der Schluß,

1) Vgl. W. Wundt, G. Th. Fechner. 1901.

Digitized by Google

daß die besondere Form der tierischen Nerven und Sinnesorgane zur Empfindung nötig sei, auf unhaltbaren Gründen beruht. (III. XIV.)

„4. Die gesamte teleologische Betrachtung der Natur gestaltet sich viel befriedigender, wenn man den Pflanzen Seele beimißt, als wenn man sie ihnen abspricht, indem eine große Menge Verhältnisse und Einrichtungen in der Natur hierdurch eine lebendige und inhaltsvolle Bedeutung gewinnen, die sonst tot und müßig liegen, oder als leere Spielerei erscheinen. (IV. XI.)

„5. Daß das Pflanzenreich den Zwecken des Menschen- und Tierreichs dient, kann doch nicht gegen darin waltende Selbstzwecke sprechen, da in der Natur sich der Dienst für andere und für eigene Zwecke überhaupt nicht unverträglich zeigt, auch das Tierreich eben sowohl den Zwecken des Pflanzenreichs zu dienen hat als umgekehrt. (X. XI.)

„6. Wenn die Pflanzen als beseelte Wesen schlimm gestellt scheinen, indem sie sich viel Unbill von Menschen und Tieren gefallen lassen müssen, ohne sich dagegen wehren zu können, so erscheint dies doch bloß so schlimm, wenn wir uns auf unseren menschlichen Standpunkt stellen, ganz anders dagegen, wenn wir das Pflanzenleben nach seinem eigenen inneren Zusammenhange auffassen. Auch legen wir diesem Einwande überhaupt mehr Gewicht bei, als er verdient. (VI.)

„7. Wenn man behauptet, daß die Pflanzen keine Seele haben, weil sie keine Freiheit und willkürliche Bewegung haben, so achtet man entweder nicht recht auf die Tatsachen, welche eine solche Freiheit in der Pflanze doch in ähnlichem Sinne wie im Tiere erkennen lassen, oder verlangt von der Pflanze etwas, was man bei Tieren auch nicht findet, indem von eigentlicher Freiheit doch auch bei Tieren nicht wohl die Rede sein kann. (VII.)

„8. Sofern Pflanzenreich und Tierreich durch ein Zwischenreich aneinander grenzen, wo die Unterschiede beider zweideutig werden, dieses Zwischenreich aber sowohl die unvollkommmensten Pflanzen als Tiere enthält, kann man das Pflanzenreich dem Tierreiche nicht schlechthin als ein tieferstehendes unterordnen, da es sich vielmehr von dem Zwischenreiche durch die höheren Pflanzen wieder zu erheben anfängt. Dies und der Umstand, daß das Pflanzenreich und Tierreich in der Schöpfungsgeschichte gleiches Datum der Entstehung haben, spricht dafür, daß das eine dem anderen auch inbetreff der Beseelung nicht schlechthin untergeordnet sein wird. (XII.)

„9. Vermißt man die Zeichen der Zentralisation, der verknüpfenden Einheit oder des selbständigen Abschlusses im Pflanzen-Organismus als Bedingung oder Ausdruck der Einheit und Individualität der Seele, so sieht man wieder nicht auf die rechten Punkte,

Digitized by Google

oder verlangt Dinge von den Pflanzen, die man bei den Tieren auch nicht findet. (XIII.)

„10. Es ist wahrscheinlich, daß das Seelenleben der Pflanzen noch viel mehr ein rein sinnliches ist als das der Tiere, welche wenn auch nicht Vernunft und Selbstbewußtsein, doch noch Erinnerung des Vergangenen und Voraussicht des Zukünftigen haben, während das Pflanzenleben wahrscheinlich im Fortleben mit der Gegenwart aufgeht, ohne deshalb in der Allgemeinbeseelung aufzugehen. Statt daß aber das Sinnesleben der Pflanzen minder entwickelt wäre als das der Tiere, mag es noch mehr entwickelt sein. (XIV.)"

Wir haben die Gründe für die Pflanzenseele, wie sie Fechner selbst am Schlusse zusammenfaßt, hier wörtlich angeführt, um dem Leser selbst das Urteil überlassen zu können, ob sie mehr als ein einfaches Lebensprinzip beweisen. In unserer „Naturphilosophie" [1]) haben wir eingehend gezeigt, daß man ohne Empfindung, Gefühl, Triebe alle Erscheinungen der Pflanzenwelt erklären kann. Es verlangt aber die wissenschaftliche Methode, daß man keine überflüssigen Erklärungsgründe einführen darf.

Gehen wir nun zur Darstellung der experimentellen Psychophysik Fechner's selbst über.

Die experimentelle Psychophysik Fechner's.

Maßprinzip der Empfindung.

Bis auf Fechner hat man ein Maß für die Empfindung wie überhaupt für seelische Zustände nicht gekannt, oder sogar dessen Möglichkeit in Abrede gestellt; selbst Herbart hat trotz seiner mathematischen Psychologie ein solches nicht gefunden, wenn schon mathematische Ausdrücke für psychologische Prozesse, ohne daß letztere gemessen sind, keine Grundlage haben. Und doch ist es einleuchtend, daß quantitative Unterschiede im Bereiche des Psychischen nicht minder sich geltend machen, wie bei Raum und Zeit; denn es ist ein Schmerz heftiger als der andere, ein Farbeneindruck heller als der andere, ein Wärmegefühl stärker als das andere. Freilich haben wir dabei immer nur ein Urteil über das Mehr, Weniger oder Gleich; aber um wie vielmal die eine Wahrnehmung die andere übertrifft, oder wie vielmal die eine stärker ist, als die andere, können wir nicht angeben; und doch heißt messen, finden, wie vielmal etwas größer ist, als ein anderes. An dieser Begriffsbestimmung des Messens, welche immer einen mit

1) 2. Aufl. S. 214 ff. 3. Aufl. S. 200 ff.

Digitized by Google

dem zu Messenden gleichartigen Maßstab verlangt, scheint denn die Möglichkeit eines Messens der Empfindung zu scheitern. Denn weder zeigt sich eine Empfindung, die als normaler Maßstab dienen könnte, noch auch die Möglichkeit, wie eine Empfindung an die andere messend angelegt werden sollte. Wenn letzteres schon bei Empfindungen eines und desselben Menschen untunlich erscheint, so noch weit mehr bei Empfindungen von verschiedenen Seelen, von denen keine um die Akte der anderen weiß, um die ihrigen damit zu vergleichen.

Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, bemerkt nun Fechner, daß wir ebensowenig die Maßeinheit des Raumes und der Zeit an Raum und Zeit, die wir messen wollen, anlegen können, sondern uns eines äußeren Maßstabes, der weder allein Raum noch Zeit ist, z. B. einer materiellen Elle bedienen; darum dürfe es nicht befremden, daß der Maßstab des Psychischen auch nicht rein Psychisches, worin man es bis jetzt immer gesucht, sein müsse. Allerdings werden der zu messende Raum und die Elle, inbezug auf die Länge, worin beide übereinstimmen, verglichen, aber doch nicht bloß mit Länge gemessen. Also kann es auch, um zu finden, wie vielmal eine Empfindung stärker ist, als eine andere, genügen, etwas anderes hinzuzunehmen, nämlich den Reiz, woran die Empfindungen so gut geknüpft sind, als die Ausdehnung an die Elle.

Dieser Vergleich erscheint aber wenig geeignet und zutreffend, da die Empfindung und ihre Stärke ganz anderer Art sind, als die Stärke des Reizes, während die Elle gar keine andere Ausdehnung hat, als auch der zu messende Raum, und beider Größe also identisch ist. Zutreffender scheint es, an die Messungen der himmlischen Größen zu erinnern, an die wir nicht direkt einen Maßstab anlegen können, die wir aber doch durch Messen von irdischen Dreiecken, die sich in Abhängigkeit von den ähnlichen himmlischen ändern, bestimmen können. Zutreffender noch zeigt sich der Vergleich, wenn man bedenkt, daß das, was wir hier als irdischen Maßstab anlegen, ein *Winkelmaß* ist, und also von ganz anderer Art, als die am Himmel zu messenden Längendistanzen. So hat man auch ein Maß für eine *gekrümmte* Linie, indem man zwei in Abhängigkeit von ihr sich ändernden *Geraden* (die Abszissen und Ordinaten) mißt.

Darin wäre auch keine Schwierigkeit, wenn nur eine einfache Proportionalität zwischen Reiz und Empfindung bestände, nämlich ein doppelter, dreifach starker Reiz eine doppelt dreifach starke Empfindung, ein halb so starker Reiz eine halb so starke Empfindung auslöste. Denn die Stärke der Reize kann man sehr scharf bestimmen und also messen. Die Stärke des Lichtes, des Schalles und der

Digitized by Google

Wärme z. B. kann man durch Annäherung auf die Hälfte des Abstandes von der erleuchteten, erwärmten ꝛc. Fläche vervierfachen, auf ein Drittel 9 Mal, auf ein Viertel Distanz 16 Mal stärker machen. Indem man also eine auf eine bestimmte Entfernung wirkende Schwingung als Reiz-Einheit und die damit verbundene Stärke der Empfindung als Empfindungs-Einheit annähme, könnten dann beliebige Vielfache des Reizes und der Empfindung bestimmt und also diese gemessen werden. So z. B. könnte man als Reiz-Einheit für das Ohr ein Korkkügelchen von 1 Milligramm Gewicht, das 1 Millimeter hoch herabfällt, und den kleinsten, noch hörbaren Ton erzeugt, feststellen, und der dabei gehörte Ton wäre die Maßeinheit für die Stärke der Töne. Hätte man darnach einen beliebig starken Ton zu messen, so untersuchte man die Stärke des Reizes, welcher ihn erzeugt, hier die Amplitude der Schallschwingung, sähe zu, wie vielmal die lebendige Kraft derselben die lebendige Kraft des 1 Mm. herabfallenden Milligr. übertrifft, und man weiß, wie vielmal der fragliche Ton stärker ist, als die Empfindungs-Einheit; er ist ganz genau gemessen.

Für diejenigen also, welche wie Hering u. A. die Stärke des Reizes der Empfindung in einfachem Verhältnisse proportional gehen lassen, hat die Maßbestimmung der Empfindung keine Schwierigkeit. Da aber eine solche Proportionalität von dem exakten Forscher nicht von vornherein angenommen werden darf, und nähere Untersuchungen, ja selbst oberflächliche Beobachtungen jenes einfache Verhältnis zwischen Intensität des Reizes und der Empfindung direkt ausschließen, so müssen wir uns nach einem anderen Maßverfahren umsehen. Jedoch springt sofort in die Augen, daß, wenn auch ein anderes, zusammengesetzteres Verhältnis, zwischen Reiz- und Empfindungsstärke besteht, das Wesentliche in dem oben angedeuteten Maßverfahren beibehalten werden kann. Denn gesetzt, es verhielten sich verschieden starke Reize (β, β^1) zu einander, wie die Quadrate der entsprechenden Intensitäten der Empfindungen (γ, γ^1), so hätte man $\beta : \beta^1 = \gamma^2 : \gamma'^2$. In dieser Gleichung brauchte man nur die Empfindung γ^2, welche dem Reize β, oder, indem man beiderseits radiziert, woraus $\sqrt{\beta} : \sqrt{\beta} = \gamma : \gamma^1$ folgt, die Empfindung γ, welche dem Reize $\sqrt{\beta}$ entspricht = der Einheit der Empfindung zu setzen, um dann für jede beliebige Empfindung $\gamma^1 = \frac{\sqrt{\beta^1}}{\sqrt{\beta}}$, oder da der der Empfindungseinheit entsprechende Reiz auch als Reizeinheit angenommen werden kann, $\gamma_1 = \sqrt{\beta^1}$; $\gamma n = \sqrt{\beta n}$ zu erhalten.

Und dies gilt nicht bloß für das quadratische Verhältnis, sondern für jedes andere gesetzmäßige Verhalten von Reiz und Empfindung

Digitized by Google

inbezug auf Intensität. An einer solchen Gesetzmäßigkeit, einem funktionellen Verhältnis des Reizes zur Empfindung kann doch nach Erfahrung und gemäß der weisen Einrichtung der Natur, die im menschlichen Kompositum ihren Höhepunkt erreicht, nicht gezweifelt werden. Hatte man nämlich allgemein $\beta : \beta^1 = f(\gamma) : f(\gamma_1)$, so wäre immer wieder $f(\gamma_1) = \frac{\beta^1 . f(\gamma)}{\beta}$, oder die dem Reize entsprechende Empfindung gleich der Einheit der Empfindung gesetzt:

$$f(\gamma_1) = \frac{\beta^1}{\beta} \text{ beziehungsweise } = \beta^1.$$

Prinzipiell macht es offenbar keinen Unterschied, wenn man umgekehrt γ als Funktion von β betrachtet und setzt $\gamma_1 = f(\beta_1)$. Nur Eines ist bei diesem Verfahren übersehen. Wie kann man ein Verhalten zwischen zwei Empfindungen angeben derart, daß die eine die andere mathematisch genau so vielmal an Stärke die andere übertrifft, wie ein Reiz den andern? Und wenn man selbst dafür die Möglichkeit zugibt, wie kann man ein noch komplizierteres Verhalten des Quadrates, der Wurzel, der Logarithmen zweier Empfindungen abschätzen, oder gar mathematisch genau angeben? Und doch ist das durchaus notwendig, um obige Proportion anstellen zu können. Was heißt es überhaupt: Eine Empfindung ist noch 1 mal, 2-, 3 mal so stark, als eine andere, wenn noch kein Maß da ist, womit beide gemessen werden können?

Um diese Schwierigkeit zu heben, reicht es hin, gleich starke Empfindungen beurteilen zu können, was über unser Vermögen nicht hinausliegt. Man kann also einen gegebenen Reiz so weit verstärken, daß eben ein Unterschied in der Empfindung merklich wird. Sodann wieder eine neue Reizverstärkung vornehmen, bis auch jetzt eine merkliche Steigerung der Empfindung in's Bewußtsein tritt. Setzt man dieses Verfahren beliebig fort, so findet man, in welchem Verhältnisse die Reizzuwüchse stehen müssen, um als gleiche, nämlich eben merkliche Empfindungszuwüchse gespürt zu werden. Bedenkt man nun weiter, daß keine Empfindung abrupt und in voller Höhe auftritt, sondern in endlicher Zeit von der Null, durch die Eben-Spürbarkeit in immer neuen Inkrementen bis zu ihrer Vollendung auftritt (oder doch auftreten kann), so läßt sich in der unteilbaren Empfindungsstärke eine Mehrheit unterscheiden, die in der schon erwachsenen fertigen Empfindung nicht vorhanden ist. Man kann sich dieselbe also in gleiche Abteilungen zerlegt denken, welche den kleinen, gleichen Zuwüchsen vom Nullpunkte an bis zur Vollendung entsprechen, und deren Zahl an einem äußeren Maßstabe, nämlich an der Zahl der entsprechenden

Digitized by Google

Reizzuwüchse ablesen. Dies Maßverfahren hat streng genommen nichts Besonderes; nur daß die Teile des Maßstabes 1. nicht wie sonst die Teile des zu Messenden decken, sondern hervorbringen und 2. nicht in demselben Verhältnisse wachsen, wie die Teile des zu Messenden, wie sich sogleich zeigen wird. Daß aber nicht bloß bei einfacher Proportionalität zwischen Reizen und Empfindungen, sondern bei jedem Abhängigkeitsverhältnisse derselben ein Messen der letzteren durch die ersteren möglich ist, wurde schon mathematisch gezeigt.

Auch der Umstand, daß unendlich viele kleine Größen zu einer endlichen Totalempfindung zusammengenommen werden müssen, erschwert die Aufgabe nicht, denn da sich nach dem Weber'schen Gesetze eine einfache mathematische Beziehung zwischen den kleinen Reiz- und Empfindungszuwüchsen aufstellen läßt, so ist es eine der elementarsten Aufgaben der Infinitesimalrechnung, daraus die Beziehung zwischen den endlichen Größen zu finden. (Doch werden wir statt dessen eine elementare Abteilung der Formel ohne Differenzialrechnung geben, da die eben merkliche Empfindung von endlicher Größe ist.)

Wenn übrigens auch das Weber'sche Gesetz, nach welchem die Empfindungszuwüchse gleich bleiben, wenn die Reizzuwüchse in ihrem *Verhältnisse* zum schon vorhandenen Reiz dieselben bleiben, nicht bestände, sondern Reiz- und Empfindungszuwüchse in einem ganz anderen Abhängigkeitsverhältnisse zu einander ständen, wenn nur diese Abhängigkeit eine *gesetzmäßige* ist, läßt sich nach Vorstehendem immer wieder eine Messung der Empfindung vornehmen.

Beobachtungsmethode.

Außer der Schwierigkeit, die ein psychisches Maß prinzipiell darbietet, ist die Beobachtung selbst mit weit größeren Schwierigkeiten verbunden, als bei chemischen, physikalischen ꝛc. Experimenten. Denn die Empfindlichkeit ist je nach Individualität, und bei demselben Individuum nach äußeren und inneren Umständen außerordentlich verschieden, und es wird darum gar häufig ein Reiz von bestimmter Stärke eine ganz andere Empfindungsstärke bedingen, wenn er unter anderen Verhältnissen, z. B. nach Ermüdung durch viele Versuche, nach Übung ꝛc. wirkt. Wenn die Phantasie schon bei äußeren Beobachtungen so leicht täuscht und die *gewünschte* Tatsache dem Beobachter vorspiegelt, so ist dies noch weit mehr bei inneren Zuständen möglich, namentlich wenn es sich um so kleine, nämlich *eben merkliche* Unterschiede, wie hier, handelt.

Diese und zahlreiche andere störende Zufälligkeiten müssen durch die Beobachtungsmethoden selbst unschädlich gemacht werden. Dies

Digitized by Google

wird dann besonders gelingen, wenn mehrere Methoden auf dieselbe Tatsache angewendet, wenn mehrere Beobachter sich gegenseitig kontrolieren und namentlich eine sehr große Anzahl von Beobachtungen unter den verschiedensten Verhältnissen angestellt werden. Werden dann noch die den einzelnen Verhältnissen entsprechenden Beobachtungen besonders berechnet, so können selbst konstante Fehler und damit neue Gesetze, von denen die Störungen abhängen, ermittelt werden. Wenn z. B. ein mit der linken Hand gehobenes Gewicht meistens stärkere Gewichtszulagen verlangt, um als gleiche Empfindungsverstärkung in's Bewußtsein zu treten, als dies bei der rechten Hand der Fall ist, so schließt man, daß bei dem betreffenden Individuum die Empfindlichkeit der rechten Hand größer ist, als die der linken. Abänderung der Umstände, Vergleichung mit anderen Beobachtern wird lehren, ob dies ein normales Verhalten ist, oder ob es von Ermüdung, von Gewöhnung ꝛc. herrührt.

Fechner hat zu diesem Zwecke 3 Methoden angewandt, die einzeln auf einzelnen Sinnesgebieten auch wohl schon vor ihm in Anwendung gebracht worden waren.

1. Methode der eben merklichen Unterschiede.
2. Der richtigen und falschen Fälle.
3. Methode der mittleren Fehler.

Erstere ist die einfachste und gibt nach wenig Versuchen und ohne viele Rechnung schon ein ziemlich angenähertes Resultat, während die ganze Kraft der beiden andern Methoden in den großen Zahlen liegt und hier erst nach zahlreichen Fällen eine Gesetzlichkeit zutage tritt. Dagegen unterliegen die letzteren Methoden auch nicht so vielen Täuschungen, wie die erstere inbezug auf den eben merklichen Unterschied der Empfindung.

Die 1. Methode erklärt sich an einem Beispiele der Gewichtsschätzungen etwa so. Man hat zwei Gewichte, P und P', von denen das eine etwas schwerer ist als das andere. Spürt man den Unterschied noch nicht, so legt man ein sehr kleines Gewicht zu; ist auch dann noch kein Unterschied in der Empfindung der Schwere, so legt man weiter zu, bis man den Unterschied eben spürt. Zur Kontrolle nimmt man das kleinere Gewicht (p) wieder allmählich weg, bis der Unterschied der Schwere beim Heben schwindet, und man hat ein annäherndes Maß für die Empfindlichkeit am Zusatzgewichte (p). Nämlich je größer dasselbe sein muß, um eben empfunden zu werden, desto kleiner ist die Empfindlichkeit, welche also proportional dem reziproken Werte von dem Zusatzgewichte $= 1/p$ zu setzen ist.

Digitized by Google

2. Methode. Ist das Zusatzgewicht zu klein, um ein entschiedenes Gefühl der größeren Schwere zu erzeugen, und hebt man sehr vielmal, ohne etwas zuzulegen, was einen entscheidenden Ausschlag gäbe, beide Gewichte, so wird man zwar meist das schwerere für schwerer (richtige Fälle), aber manchmal selbst das kleinere Gewicht für schwerer halten (falsche Fälle). Diese Täuschung wird aber um so seltener eintreffen, je stärker der Gewichtsunterschied, oder je größer die Empfindlichkeit des Hebenden ist. Bezeichnet man die richtigen Fälle mit r, die falschen mit f, so wird $\frac{r}{f}$ um so größer sein, je größer die Empfindlichkeit bei gleichem Zusatzgewichte, oder bei konstantem $\frac{r}{f}$, je kleiner das Zusatzgewicht, also wieder je größer $\frac{1}{p}$ ist.

3. Methode. Man wiegt das eine Gewicht mit der Wage und sucht durch das Gefühl beim Heben das andere ihm gleich zu bringen. Wiegt man dieses nun auch, so findet man den Fehler, den man beim Schätzen begangen hat. Wiederholt man diesen Versuch sehr vielmal, so wird man unter wenigen richtigen sehr viele falsche Schätzungen entdecken. Aus allen läßt sich ein Durchschnitts- oder mittlerer Fehler als arithmetisches Mittel berechnen. Je kleiner dieser Fehler, desto größer die Empfindlichkeit, welche ihm also reziprok gesetzt werden kann.

Man sieht leicht, wie man diese Methoden auch auf andere Empfindungen anderer Sinne anwenden kann. So kann man die Empfindlichkeit

1. für eben merkliche Helligkeitsunterschiede dadurch konstatieren, daß man das Licht einer Lampe, dessen wechselnde Intensität man durch Entfernung und Annäherung an die beleuchtete Fläche mathematisch bestimmen kann, hin- und herrückt, bis es in dem Lichte einer anderen Lampe verschwindet und wieder zum Vorschein kommt.

Man wird 2. eine große Zahl richtiger und falscher Fälle gewinnen, wenn man die Lichtintensitäten der zwei Lampen, deren Verschiedenheit durch ihre Entfernung gefunden wird, mit einander vergleicht, und bald das hellere, bald das schwächere Licht für heller erachtet.

3. Die Methode der mittleren Fehler läßt sich leicht durch Verschieben der Lampen oder der beleuchteten Flächen, behufs Erzielung gleicher Helligkeit, anwenden. Die jedesmal gemessenen Abstände geben ein Maß für den begangenen Schätzungsfehler. Weit feiner kann man

Digitized by Google

die Lichtintensitäten durch Anwendung von Linsen und sich drehenden Nikolschen Prismen u. dergl. bestimmen.

Fundamentale Beziehung zwischen Reiz und Empfindung.

Das Weber'sche Gesetz.

Daß bei stärkeren Reizen, welche bereits eine sehr starke Empfindung hervorrufen, der Reiz bedeutender verstärkt werden muß, um auch als stärker empfunden zu werden, als der Reizzuwuchs bei schwachen Reizen, um eine Unterschiedsempfindung zu bewirken, brauchte nicht erst durch wissenschaftliche Beobachtung festgestellt zu werden, sondern ist eine Sache täglicher Erfahrung. Dasselbe Gewicht, etwa von einem Gramm zu einem Kilogramm hinzugefügt, wird nicht von der Empfindung als beschwerend gespürt, wohl aber, wenn es zu zwei Gramm hinzugefügt wird. Soll ein Mehrgewicht aber beim Kilogramm empfunden werden, so muß eine bedeutende Anzahl von Grammen beigefügt werden. Ein Zehntel Zoll zu einem Zoll hinzugefügt, läßt letzteren unzweideutig größer erscheinen; derselbe Zehntel Zoll einem Meter beigefügt, wird kaum mehr als Zuwachs bemerkt werden. Bei schwachem Orchester braucht sich eine Stimme nur um ein wenig über die allgemeine Schallstärke zu erheben, um herausgehört zu werden, die bei starkem Orchester trotz aller Anstrengung sich kaum vernehmlich machen kann.

Aber auch das genauere, mathematisch bestimmte Abhängigkeitsverhältnis zwischen Reiz und Empfindung wurde für spezielle Fälle bereits vor Weber von Euler, Bernouilli, Laplace u. A. erkannt und formuliert; größere Allgemeinheit und bessere Begründung erhielt es durch E. H. Weber und kann so ausgesprochen werden:

a. Ein Unterschied zweier Reize wird als gleich groß empfunden oder gibt denselben Empfindungsunterschied, wenn sein Verhältnis zu den Reizen, zwischen denen er besteht, dasselbe bleibt.

b. Die Zuwüchse zu einem Reize rufen immer gleich große Empfindungszuwüchse hervor, wenn die zuwachsenden Reize nicht gleich groß, sondern in demselben Verhältnisse zu dem Reize, dem sie zuwachsen, stehen. Wenn z. B. ein Reiz von der Stärke 100 einen Zuwachs von der Stärke 1 erhält, so wird dieser Zuwuchs gleich stark empfunden werden, als wenn ein Reiz von 200 einen Zuwuchs von 2, von 300 einen Zuwuchs von 3 ꝛc. erhält. Denn $100 : 1 = 200 : 2 = 300 : 3$.

c. Gleiche Empfindungszuwüchse entsprechen nicht gleichen absoluten, sondern gleichen relativen Reizzuwüchsen, oder: die Größe des

Digitized by Google

Reizzuwuchses muß, um Gleichheit im Wachstum der Empfindung zu bewirken, im Verhältnisse des schon gewachsenen Reizes ferner wachsen.

d. Der Empfindungsunterschied bleibt sich gleich, wenn der relative Reizunterschied sich gleich bleibt, oder: der Empfindungszuwuchs bleibt sich gleich, wenn das Verhältnis der Reize gleich bleibt.

e. Die einfache Unterschiedsempfindlichkeit steht im umgekehrten Verhältnisse der Größe der Komponenten des Unterschiedes. Nämlich: je stärker ein Reiz schon ist, desto mehr Reizzuwuchs muß er erfahren, um als unterschiedener gefaßt zu werden, und zwar wächst die Größe des hinzuzufügenden Reizes porportional mit dem schon vorhandenen Reize.

Fechner hat das Verdienst, das Gesetz verallgemeinert, streng mathematisch für mehrere Sinnesgebiete durch die exaktesten Beobachtungen, welche mit den oben angedeuteten Methoden jahrelang tagtäglich mit großer Ausdauer angestellt wurden, nachgewiesen, auch seine unteren und oberen Abweichungen konstatiert und es als Grundlage eines Maßes für die Empfindungsstärke verwertet zu haben.

Streng genommen ist es bloß für die intensive Empfindungsstärke gültig, doch läßt es sich innerhalb gewisser Schranken auch auf extensive Empfindungen und selbst auf qualitative Unterschiedsempfindungen übertragen. Bei ersteren ist eigentlich nicht von Reiz- und Empfindungsstärke, sondern von der Ausdehnung derselben zu reden. Gesicht wie Getast bedürfen bei kleiner Ausdehnung nur eines kleinen Zuwuchses der Ausdehnung, um den Zuwuchs zu erkennen, bei großen Ausdehnungen eines weit größeren. Die verschiedene Höhe der Töne begründet einen qualitativen Unterschied; der quantitative liegt in der Stärke, aber auch die größere und geringere Höhe kann als ein Mehr und Weniger gefaßt und dem Weber'schen Gesetze unterworfen werden. Nämlich bei tiefen Tönen reicht eine geringe Vermehrung der Schwingungszahlen hin, um einen etwas höheren Ton unterscheiden zu können, bei höheren müssen die Zuwüchse weit größer sein, worüber später.

Versuche zur Bestätigung des Weber'schen Gesetzes.

Es ist nicht unsere Absicht, alle einschläglichen Beobachtungen Fechner's und anderer, die teils vor ihm, teils nach ihm angestellt und berechnet wurden, hier wiederzugeben. Wir heben nur einige auffällige aus den verschiedenen Sinnesgebieten heraus. Und zwar:

Digitized by Google

1. Beobachtungen über Lichtstärkeempfindungen.

Beobachtet man am Himmel ein Wölkchen, das eben noch sich in seiner Helligkeit über den beleuchteten Grund erhebt, mit bloßem Auge, so findet man denselben merklichen Unterschied noch, wenn man Gläser anwendet, die höchstens noch $^1/_7$ des Lichtes durchlassen. Hier wird nämlich die Helligkeit beider Reize in gleichem Verhältnisse um $^1/_7$ abgeschwächt. Wird hingegen zwei Helligkeiten eine gleich große Helligkeit einfach hinzugefügt, also nicht die relative Größe beider Reize, sondern ihre absolute Stärke vermehrt, so ist der Empfindlichkeitsunterschied nicht mehr derselbe. Denn während man bei schwachem Lichte des Nachts die Sterne über ihrem Grunde sieht, d. h., sie weit heller als diesen wahrnimmt, so wird durch Hinzufügung des Sonnenlichtes zu beiden Komponenten der Unterschied für die Empfindung = 0. Anders bei hohen Helligkeiten; während man mit lichtschwächenden Gläsern die Sonnenflecken beobachten kann, wird dies, auch abgesehen von der Blendung, durch Hinzufügung gleich viel Lichtes bei Wegnahme der Gläser unmöglich. Überhaupt führt ein allzu starkes Licht zu einer (obern) Abweichung vom Weber'schen Gesetze. Auch eine untere Abweichung findet statt, da bei sehr verdunkelnden Gläsern feine Helligkeitsunterschiede gar nicht mehr, und also nach dem Gesetze der Stetigkeit schon bei nicht so dunklen Gläsern nach einem andern, als dem Weber'schen Gesetze, empfunden worden sind. Es gilt unser Gesetz nur für den gewöhnlichen Sinnengebrauch bei nicht exzessiv starken und nicht allzu schwachen Reizen.

Sehr bekannt ist auch die Erscheinung, daß man Buchstaben und Zeichnungen auf polierten Flächen oder Glanzpapier, welches das Licht stark reflektiert, nicht mehr lesen kann, wenn man sie in der Richtung der Reflexion betrachtet. Es ist der Fläche und der Figur, die sich in gewöhnlichem Lichte von jener abhob, eine gleich starke Helligkeit hinzugefügt worden, und nun kann man den Helligkeitsunterschied beider nicht mehr gewahren.

Sehr lehrreich sind Experimente mit 2 Schatten, wie sie besonders von Volkmann und mehreren Mitbeobachtern angestellt worden sind. Derselbe stellte einen Stab vor eine vertikale weiße Tafel und ließ denselben durch 2 Lichtquellen, L und L', darauf 2 Schatten werfen. Indem die eine Stearinkerze fest stehen blieb, wurde die andere von ganz gleicher Lichtstärke hin- und hergeschoben, bis ihr Schatten unmerklich wurde. Dies geschah an dem Punkte, wo L' 10 mal weiter vom Schatten entfernt war, als L, also da die Lichtstärke mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, bei einer 100fachen geringeren Beleuchtung. Ganz dasselbe Verhältnis mußten die Lichtintensitäten

Digitized by Google

aber haben, um eben die eine zum Verschwinden in der Empfindung zu bringen, wie auch immer ihre Lichtstärken gleichzeitig durch Schrauben, oder durch gleichzeitiges Verrücken der Kerze L vermehrt oder vermindert wurden.

Zur Bestätigung des Weber'schen Gesetzes dienen auch die von Masson und Steinheil zu anderen Zwecken angestellten Beobachtungen, von denen letzterer in seiner Abhandlung über das Prisma-Photometer zu dem Resultate kommt: „daß man mit großer Genauigkeit den Punkt erkennt, in welchem 2 Flächen gleich hell sind. Die Unsicherheit jeder einzelnen Schätzung der Art beträgt nicht $^1/_{38}$ der gesamten Helligkeit, diese mag groß oder klein sein." Wenn man aber bei beliebiger absouter Helligkeit zweier Reize durchschnittlich um einen gleich großen Verhältnisteil irrt, so geht die Unterschiedsempfindlichkeit nicht den absoluten Werten der Reize, sondern ihren relativen Größen porportional. Auffallend ist nur, daß das Verhältnis $^1/_{38}$ sehr verschieden ist von dem, was Masson fand, $^1/_{64}$ bis $^1/_{120}$. Sollte die Empfindlichkeit der Augen so sehr variieren? Bei Schätzungen von Tonhöhen variieren allerdings die verschiedenen Ohren tatsächlich noch mehr.

Die eklatanteste Bestätigung des Gesetzes liegt aber in dem Verhältnisse der sog. Sterngrößen zu ihren wahren Lichtintensitäten. Die Sterngrößen sind nämlich seit Alters her nach dem Eindrucke der Helligkeit, den sie auf unser Auge machen, bestimmt, und so in Sterne 1., 2., 3., 4 . . . Größe eingeteilt worden. Mißt man aber durch photometrische Apparate ihre wahren Helligkeiten, so findet man, daß dieselben in einer geometrischen Reihe stehen, daß also, während die Empfindungsstärken in den aufeinander folgenden Sternklassen um gleich viel zunehmen, die Reizzuwüchse in ihrem Verhältnisse zum schon vorhandenen Reize konstant sind. Die Lichtintensität der verschiedenen Sternklassen beträgt nämlich, wenn man die der Sterne 1. Größe als Einheit der Helligkeit annimmt: $1\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{4}\ \frac{1}{8}\ \frac{1}{16}\ \frac{1}{32}$ &c. $= 1\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{2^2}\ \frac{1}{2^3}\ \frac{1}{2^4}\ \frac{1}{2^5}$ &c.

Nun hat freilich J. Herschel die Lichtintensitäten der verschiedenen Sternengrößen nach der quadratischen Potenzreihe

$$1\ \frac{1}{4}\ \frac{1}{9}\ \frac{1}{16}\ \frac{1}{25}\ \text{&c.} = 1\ \frac{1}{2^2}\ \frac{1}{3^2}\ \frac{1}{4^2}\ \frac{1}{5^2}\ \text{&c.}$$

bestimmt. Der Widerspruch ist aber von geringer Bedeutung. Da Herschel nämlich von vornherein eine Vorliebe für jene quadratische Reihe hatte, wohl dadurch veranlaßt, daß die Lichtintensitäten mit dem Quadrate der Entfernungen, welche den Sterngrößen porportional sein sollten, abnehmen, so wählte er bei den photometrischen Messungen aus den einzelnen Sterngruppen gerade diejenigen Sterne aus, welche

Digitized by Google

sich in seine Reihe fügten. Es findet sich nämlich auch innerhalb der einzelnen Gruppen noch eine Abstufung der Helligkeit, und die Konsequenz verlangt, daß man entweder den allerhellsten oder allerschwächsten, oder die mittleren in jeder Klasse berücksichtigen muß. Herschel hätte demnach statt des außerordentlich hellen α Centauri in der 1. Klasse α Orionis, der eine mittlere Intensität zeigt, nehmen müssen, und dann wäre die Reihe vielmehr geworden 0,484, $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$, welche, da 0,484 annähernd $= ^1/_2$ und $^1/_9 = ^1/_8$ ist, in die andere $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{16}$ übergeht.

Die obere Grenze der Gültigkeit des Gesetzes, welche schon berührt wurde, hebt das Gesetz nicht auf, sondern ist eine selbstverständliche Einschränkung desselben. Da zur Empfindung eine normale Disposition des Organes erforderlich ist, so wird durch einen allzuheftigen Reiz, durch den der normale Zustand desselben gestört wird, die Empfindlichkeit alteriert werden. Auch zwei ungleich starke Reize, mögen sie sich nun gleichzeitig, oder der stärkere etwas früher jener Grenze nähern, oder dieselbe überschreiten, wo sie den normalen Zustand stören, werden nun nicht mehr nach demselben Gesetze Unterschiedsempfindungen hervorrufen. Denn sind beide so beschaffen, daß sie die Normalstärke der Reize überschreiten, so werden beide nicht mehr richtig empfunden, noch weniger wird ihr Unterschied genau geschätzt werden. Ist bloß der eine so stark, so wird mindestens er selbst unrichtig geschätzt, und also wieder der Unterschied beider nicht recht empfunden.

Fast ein gleicher Gesichtspunkt fordert auch eine untere Grenze der Gültigkeit des Gesetzes, da das Organ allzu schwachen Reizen gegenüber erfahrungsgemäß nicht reagieren kann. Dazu kommt aber noch ein anderer Umstand. Auch ohne äußere Reize kommen in den Sinnesorganen subjektive Wahrnehmungen vor und bei dem Auge gehören dieselben in sehr schwachem Grade zum normalen Zustande. Es läßt sich leicht annehmen, daß die psychophysische Erregung auch in scheinbarer Ruhe nicht vollständig ruht, sondern nur schwache Schwingungen ausführt, welche durch den äußeren Reiz nur verstärkt zu werden brauchen, um eine starke Empfindung zu erzeugen. So wenigstens erklärt sich am einfachsten die Erscheinung des sg. Augenschwarz, welches wir auch in der Dunkelheit und bei geschlossenen Augen wahrnehmen. Dieses Schwarzsehen mit geschlossenen Augen ist kein bloßes Nichtsehen. Letzteres findet statt beim Finger und Hinterkopf, mit denen wir nicht sehen, aber mit den Augen sehen wir ein Schwarz, das sich noch etwas an Helligkeit über die absolute Negation von Licht erhebt. Zum Beweise dafür dient die Erscheinung, daß, wenn man

Digitized by Google

eine weiße Fläche von großer Helligkeit auf schwarzem Grunde längere Zeit fixiert, und man nachher die Augen schließt, eine schwarze Scheibe auf hellerem Grunde gesehen wird. Die Stelle der Netzhaut nämlich, welche die weiße Scheibe fixierte, ist ermüdet und für Augenblicke unfähig zu sehen. Die frischen Stellen hingegen sehen ihr Augenschwarz nach wie vor; darum erscheint im Nachbilde die vom Augenschwarz beleuchtete Umgebung, wenn man so sagen darf, heller, als die ermüdete Netzhautstelle, die gar nichts sieht.

Volkmann hat sogar versucht, die Helligkeit des Augenschwarz zu messen. Die dabei innegehaltene Methode ist folgende. In einem sehr großen, völlig dunklen Raume läßt man ein einziges Licht einen Schatten werfen. Nun kann man das Licht so weit wegrücken, daß, der Schatten eben verschwindet. Dann ist nämlich die Beleuchtung durch das Augenschwarz von der durch die Kerze und das Augenschwarz zusammen bewirkten nicht mehr zu unterscheiden. Bei Volkmann verschwand der Schatten auf einem Grunde von schwarzem Sammet, als das Licht 87' davon entfernt war. Nun vermochte er aber Lichtunterschiede von $^1/_{100}$ Verhältnis noch zu unterscheiden, woraus die Rechnung das Resultat lieferte, daß eine schwarze Tafel, durch eine Stearinkerze in 9 Fuß Entfernung beleuchtet, noch ebenso viel Helligkeit hat, als das Augenschwarz allein.

Mögen diese Versuche und deren Resultate auch noch sehr unsicher sein, das kann aus ihnen und den erwähnten Erscheinungen als feststehend gelten, daß unser Auge auch ohne äußere Beleuchtung noch einen gewissen Helligkeitsschein hat. Diese Helligkeit kann nun bei stärkeren Reizen, wie sie der gewöhnliche Gebrauch der Augen aufweist, ganz vernachlässigt werden, weshalb hier das Weber'sche Gesetz in seiner ganzen Reinheit hervortritt. Bei sehr schwachen Reizen fügt aber das Augenlicht jedem der zu unterscheidenden Reize eine gleich große absolute Helligkeit hinzu. Daher können die Empfindungsunterschiede nicht mehr den relativen Reizen porportional gehen. Es tritt hier derselbe Fall ein, wie auch bei starken Reizen, welchen ein gleich großes Quantum Helligkeit zugefügt wird: der Empfindungsunterschied wird verwischt, wie wenn das Tageslicht zum dunkleren Himmelsgrunde und zu dem hellsten Stern hinzugefügt sie für die Wahrnehmung ununterscheidbar macht.

Eine weitere Einschränkung oder genauere Bestimmung des Gesetzes liegt darin, daß man sich bewegende Körper bei geringeren Helligkeitsunterschieden noch besser unterscheidet, als wenn sie sich in Ruhe befinden, wie ja die oben erwähnten Resultate Volkmann's nur durch

Digitized by Google

die Bewegung der einen oder beider Stearinkerzen erhalten wurden. Arago fand folgendes Verhältnis aus 3 Versuchsreihen. Während in der Ruhe die Helligkeit des einen Körpers I. $^1/_{39}$,
II. $^1/_{51}$,
III. $^1/_{131}$
von der des andern betragen mußte, um unterschieden werden zu können, reichte in der Bewegung hin: I. $^1/_{58}$,
II. $^1/_{87}$,
III. $^1/_{71}$.

Der Grund dieser Erscheinung wird von manchen darin gesucht, daß bei der Bewegung der Unterschied auf eine neue, noch nicht ermüdete Stelle der Netzhaut falle. Dagegen spricht aber, daß die Reizunterschiede nicht verändert, sondern an immer neue Stellen gerückt werden. Fechner denkt daran, daß mehr die vervielfältigte Auffassung des Unterschiedes durch eine Mehrheit von Punkten, als die Frische dieser Punkte es ist, was die größere Merklichkeit dieses Unterschiedes bei der Bewegung bedingt, insofern vielleicht eine Summation des Eindruckes der sukzessiv getroffenen Punkte in der Zeit bis zu gewissen Grenzen stattfindet. Aber mir scheint, daß dann (wie auch nach voriger Erklärung), eher Vergrößerung der hellen Fläche, als eine Verstärkung ihrer Helligkeit eintreten könne. Und fast dasselbe scheint von einem weiteren Erklärungsversuche desselben zu gelten, der darauf sich stützt, daß der Vergleich zweier unterschiedenen Größen besser gelingt, wenn wir dieselben sukzessiv mit denselben Organteilen, als simultan mit verschiedenen auffassen. Durch eine Kombination der ersten und zweiten Ansicht erklärt sich meines Bedünkens die Erscheinung befriedigend. Durch einen konstanten Reiz auf ein Organ oder dessen Teil tritt eine Abstumpfung ein, und es muß ein neuer Reiz hinzukommen, um eine so starke Empfindung, wie bei dem ersten Einwirken des Reizes zu erzeugen. Am auffallendsten ist diese Erscheinung bei dem Geruche, Geschmacke und Gefühle, in geringerem Grade auch beim Gehör, am wenigsten beim Gesicht. aber auch hier schon darum nicht zu vernachlässigen, weil sonst dieser Sinn aus der Analogie mit allen andern herausträte. Auch lassen sich die negativen Nachbilder am besten durch eine Ermüdung des Auges erklären. Es läßt sich also erwarten. daß bei sehr schwachen Reizen diese Schwäche des Organes auch beim Gesichte zum Vorschein kommt. Indem nun der Reiz sich erst von der abgestumpften Stelle weg- und dann wieder zu derselben durch die Bewegung zurückwendet, wirkt er wie ein neuer Reiz. und so summieren sich die aufeinander folgenden Eindrücke auf einer und derselben Stelle des Organes. Eine extensive Vergrößerung des Bildes kann aber

Digitized by Google

nicht entstehen, weil nur an den alten Stellen eine Summation der Eindrücke stattfindet.

Wie Arago und Hankel nachgewiesen haben, macht es auch einen Unterschied in der Erkennbarkeit kleiner Helligkeitsdifferenzen, ob Hell auf Dunkel, oder Dunkel auf hellem Grunde sich darstellt, da der Unterschied in letzterem Falle leichter erkannt wird, als auf ersterem.

Sehr entschieden stellen sich die neueren Beobachtungen v. Zahn's inbezug auf die Farbenhelligkeit der allgemeinen Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes entgegen, da dieselben zeigen, daß der eben merkliche Unterschied zweier Farben bei den verschiedenen Farben ganz verschiedene Helligkeitsunterschiede derselben voraussetzt. „So erkennt man z. B. geringe Spuren von Gelb auf blauem Grunde und beide Farben verschmelzen nicht zu einem Eindrucke, während Blau auf Gelb bald nicht mehr als besondere Farbennüance erkannt wird. Ganz Analoges gilt für Grün und Rot." „Die Farbenqualität des Lichtüberschusses ist vom größten Einflusse auf dessen Merklichkeit." „Meine Versuche stellen es also außer allen Zweifel, daß bei Anwendung verschiedenfarbiger Lichtüberschüsse kein vergleichbares Maß gegebener Lichtquellen geliefert wird." (v. Zahn.) Damit stimmen auch die Versuche von Lamansky und Dobrowolsky überein.

Aber ein fundamentales Bedenken liegt auch hierin gegen das Weber'sche Gesetz nicht, da dasselbe zunächst die Qualität der Empfindungen nicht berücksichtigen soll, sondern nur ihre Quantität innerhalb qualitativ gleicher Reize. Freilich hat man in dem Verhalten der Tonhöhe zu den Schwingungszahlen immer eine sehr naheliegende Berührung gefunden, indem für das musikalische Gehör ein Tonintervall gleich groß erscheint, wenn bei verschiedenen absoluten Tonhöhen, in verschiedenen Oktaven, das Verhältnis der Schwingungszahlen sich gleich bleibt, z. B. in allen Oktaven das Verhältnis von 1 : 2 der Schwingungszahlen als Oktave, von 2 : 3 als Quinte ꝛc. aufgefaßt wird. Dagegen sind die gleich merklichen Unterschiede der Farben ihren Schwingungszahlen nicht proportional. Schwingungszahlen, welche in einem Verhältnisse zu einander stehen, daß sie für das Ohr als große Terz aufgefaßt werden, geben an einer Stelle des Spektrums kaum einen Farbenunterschied für das Auge, während zwischen Gelb und Grün die Farben sich so rasch ändern, daß das Verhältnis ihrer Schwingungszahlen dem Ohre nicht mehr als $^1/_2$ Ton erscheint. Aber man muß nicht allseitige Analogie zwischen Gesicht und Gehör verlangen. Zudem haben Versuche von Preyer neuerdings dargetan, daß bei kleinen Tondifferenzen die erwähnte Proportionalität nicht mehr, als bei kleinen Farbenunterschieden besteht, und zu vermuten ist, das Gehör urteile über die Tonabstände

Digitized by Google

nicht nach dem Verhältnis der Schwingungszahlen, sondern nach den sie begleitenden Obertönen.

Bei verschiedenen Farben kommt aber dazu noch eine Kontrast-Wirkung, welche, wie Fechner und Hering gezeigt haben, selbst einen physischen Grund hat, aber doch psychologisch zu erklären ist. Was hauptsächlich von der höheren Geisteserkenntnis gilt, das darf auch im Sinnesgebiete nicht übersehen werden: Contraria juxta se posita magis illucescunt. Wenn im Geistigen die Erkenntnis der Gegensätze sich gegenseitig unterstützt, so wird auch hier die Seele stärker beschäftigt, die Aufmerksamkeit mehr angeregt, wenn die Stetigkeit einer Farbe durch eine neue von eigenem Interesse abgelöst wird.

Der eigentliche Grund, warum bei qualitativ verschiedenen Tönen und Farben das Gesetz, welches die Intensität berührt, fehlschlägt, ist, daß in diesem Falle der Gesamteindruck aus der Komplikation von 2 Faktoren resultiert, aus der Anzahl (n) der Schwingungen in der Sekunde, wovon die Qualität der Empfindung abhängt, und aus der Amplitude (a) der Schwingungen, welche die Stärke des Tones, und der Farbe bedingt. Nun sieht man leicht ein, daß, wenn auch das geometrische Verhältnis von a und a', a_2 ꝛc. ein arithmetisches der entsprechenden Empfindungsstärke im Gefolge hat, dies doch nicht in gleicher Weise mit an, a'n' a_2n_2 ꝛc. der Fall zu sein braucht. Denn es kann ja n und a in umgekehrter Richtung oder doch verschiedener Größe sich ändern, d. h., während die Schwingungszahlen zunehmen, können die Schwingungsweiten abnehmen, oder doch nicht in gleichem Verhältnisse ab- und zunehmen, was bei den Beobachtungen schwer festzustellen ist. Darum kann n z. B. verschwindend klein werden; wenn nur a dafür groß genug genommen wird, bleibt an immer konstant. Dasselbe gilt für eine beliebige Änderung von a, wenn nur n darnach sich ändert. Damit also das auf die Intensität bezügliche Weber'sche Gesetz rein heraustrete, muß man n konstant nehmen, während man a abändert, d. h., die Versuche der Ton- und Lichtstärke nur inbezug auf gleichhohe Töne und gleichfarbige Beleuchtung anwenden, und dann findet sich das Gesetz auf beiden Gebieten bestätigt. Oder man muß, was schwieriger ist, die Ton- und Farbenstärke konstant erhalten, und die Qualität des Tones und der Farbe ändern, und dann bewährt sich das Gesetz für Farben gar nicht, für Töne aber nur unvollkommen.

2. Der Schall.

Auch über das Verhältnis der Schallstärke zu der Empfindungsstärke hat Volkmann interessante Versuche angestellt, die

Digitized by Google

das Weber'sche Gesetz auf diesem Gebiete bewähren. Sein erster Apparat bestand in einem pendulierenden Hammer, der gegen eine Platte geschlagen werden konnte. Nach dem Gewichte des Hammers, nach der Höhe, aus welcher er herabfiel und nach der Entfernung des Ohres, mußte die Schallstärke verschiedene Größen annehmen. Nun kann man zwei Elevationen des Hammers aufsuchen, die für ein unmittelbar am Apparat befindliches Ohr zwei eben von einander unterscheidbare Schallstärken erzeugten. Entfernte sich der Beobachter sukzessiv auf 6, 12, 18 Schritte, so war ihm auch in diesen Stellen der Unterschied der beiden Schallstärken eben merklich; die Unterschiedsempfindung ändert sich also nicht, so sehr sich auch die absoluten Stärken ändern, wenn dieselben sich in demselben Verhältnisse ändern. Denn bei 12facher Entfernung ist die absolute Schallstärke um $^1/_{144}$ der ursprünglichen erniedrigt; da dieses aber für beide Reize in demselben Verhältnisse geschehen ist, so bleibt der eben merkliche Unterschied für die Empfindung gleich. Genauere Versuche Volkmann's mit Stahlkugeln, die auf eine Stahlplatte herabfielen, durchliefen eine große Reihe von Abänderungen der Schallstärken, vom Einfachen bis auf das Mehrhundertfache, und zeigten zwar dasselbe Ergebnis, dürften aber, da auch sie nach der Methode der eben merklichen Unterschiede angestellt wurden, noch eine Bestätigung durch die schärferen Methoden der richtigen und falschen Fälle und der mittleren Fehler bedürftig sein.

Eine gute Bestätigung findet das Gesetz durch die Bemerkung des Violinvirtuosen Wasilewsky, daß bei den rheinischen Sängerfesten ein Chor von 400 Männerstimmen nicht den doppelt starken Eindruck machte, wie einer von 200, sondern der Unterschied unbedeutend genannt werden kann. Ähnliches lehrt übrigens auch die alltägliche Erfahrung, aus der wir z. B. wohl wissen, daß man in der Mühle viel lauter sprechen muß, als außerhalb, um gleich gut gehört zu werden. Richtet sich aber der Empfindungsunterschied nach der absoluten Verschiedenheit des Reizes, so müßte, da das Geräusch der Mühle der Stille, über die sich die Stimme erhebt und der Stimme gleichviel zufügt, auch in der Mühle sich die Stimme für die Empfindung ebensoviel über das Mühlengerassel erheben, wie draußen dieselbe Stimme über die lautlose Stille.

3. Gewichte.

Außer den von Weber hierüber angestellten Versuchen, durch welche das Gesetz eigentlich begründet wurde, sind besonders die wirklich klassischen Beobachtungen Fechner's etwas genauer zu erwägen. Außer dem, was wir über die dabei angewandten Methoden schon früher be-

Digitized by Google

merkten, möge zur Charakterisierung der Sorgfalt und der Genauigkeit derselben einiges aus seinen eigenen Angaben hier folgen:

„Meine Hauptversuchsreihen über den betreffenden Gegenstand sind zwei, eine zweihändige und eine (mit Rechter und Linker besonders ausgeführte) einhändige, welche beide vergleichbar, durch eine Reihe von 6 Hauptgewichten, 300, 500, 1000, 1500, 2000, 3000 Grammen durchgeführt, zu sehr übereinstimmenden Ergebnissen geführt haben. Die einhändige Reihe ist im Oktober und November 1856, die zweihändige im Dezember 1856 und Januar 1857 angestellt. . . . Jede beider Reihen umfaßt in 32 Versuchstagen, à 12 Abteilungen à 64 Hebungen, im ganzen 32. 12. 64 = 24576 einfache Hebungen oder Fälle. Zu jedem Hauptgewichte P wurden (periodisch damit wechselnd) zwei bestimmte Verhältnisteile als Zusatzgewicht D angewandt, nämlich 0,04 P und 0,08 P. An jedem Versuchstage von 12. 64 = 768 Hebungen wurden sämtliche 6 Hauptgewichte, jedes in zwei Abteilungen à 64 Hebungen, alle mit demselben verhältnismäßigen D geprüft und dieses nur nach Tagen oder Wochen gewechselt. Außerdem wurde nach Tagen wechselnd in aufsteigender und absteigender Folge der Hauptgewichte verfahren. In der zweihändigen Reihe wurden mit jedem Hauptgewichte die 128 Hebungen jedes Tages in continuo angestellt, in der einhändigen folgeweis 64 mit der Linken, 64 mit der Rechten, wobei nach Tagen wechselnd die Linke oder Rechte den Anfang machte. In der zweihändigen Reihe wurde nach je zwei Tagen, in der einhändigen nach je acht Tagen zwischen D = 0,04 P und D = 0,08 P gewechselt".[1])

Das Resultat aus all diesen Versuchen und zahlreichen Rechnungen ist nun nicht eine mathematisch genaue Fixierung des Gesetzes, die sich nicht erwarten läßt, sondern eine Approximation an dasselbe, die um so stärker wird, je mehr die Hauptgewichte vergrößert werden. Eine obere Grenze läßt sich leicht vermuten, ist aber von Fechner nicht nachgewiesen, weil mit so schweren Gewichten zu experimentieren nicht gefahrlos ist. Sehr scharf ist die Abweichung vom Gesetze bei kleineren Gewichten nachgewiesen. „Dieser aufsteigende (beziehungsweise gleiche) Gang der Merklichkeit gleicher relativer Mehrgewichte mit der Größe der Hauptgewichte erleidet eine Ausnahme bei sehr niedrigen Hauptgewichten, indem die Merklichkeit beim Aufsteigen von 300 bis 500 Grammen vielmehr etwas ab- als zunimmt." Nämlich beim Fortschritt mit kleinen Gewichten muß mehr, als das Weber'sche Gesetz verlangt, zugelegt werden, um einen merklichen Unterschied zu erzeugen, als bei größeren.

1) Elem. d. Psychoph., S. 183 f.

Digitized by Google

Nun liegt die Vermutung nahe, daß außer den allgemeinen Gründen für eine untere Abweichung vom Gesetze, welche beim Gesichtssinn berührt wurden, auch hier noch ein besonderer, wie bei jenem bestehe, nämlich das Gewicht des mitgehobenen Armes. Wie sich nämlich zu den zwei Lichtreizen das Augenschwarz, so fügt sich zu den zwei zu beurteilenden Gewichten das Gewicht des Armes hinzu. Sind nun die Gewichte groß, so verschwindet mehr und mehr der geringe Einfluß dieses nicht in relativem Verhältnisse, sondern immer nach absoluter Größe des beiden beigefügten Reizes, wie ja nach Erfahrung das Gesetz bei Gewichtsversuchen um so genauer hervortritt, je schwerer die verglichenen Gewichte sind. Sind dieselben aber sehr klein, so erfahren sie durch beiderseitiges Hinzufügen des Armgewichtes eine starke Veränderung ihres gegenseitigen geometrischen Verhältnisses. Aber die tatsächlich beobachtete Abnahme der Empfindlichkeit stimmt nicht genau zu dem Gesetze, auch wenn das Armgewicht mit in Rechnung gezogen wird. Nun liegt es nahe, an einen Unterschied der Muskel- und Druckempfindung zu denken, von denen bloß die erste durch das Gewicht des Armes beeinflußt wird, nicht so die zweite; aber auch so läßt sich die Anomalie bei kleinen Gewichten nicht befriedigend erklären. Fechner gab es darum in seinen „Elementen der Psychophysik" so ziemlich auf, eine ausreichende Erklärung zu geben, in einer späteren Schrift [1]) hingegen macht er folgenden Gesichtspunkt geltend, der freilich nicht überall ausreiche, die untere Abweichung zu deuten.

„Jedenfalls vernachläßigen kann man das Armgewicht nicht deshalb, weil es unserem Körper selbst angehört, denn jeder fühlt doch die Schwere seines eigenen Körpers, wenn er einen Berg oder eine Klippe hinansteigen soll, und läßt einen müden Arm hängen, weil er dessen Schwere fühlt. Allgemeiner aber kann man sagen, sofern es überhaupt wahrscheinlich ist, daß unsere Empfindungsnerven mit derselben physiologischen Tätigkeit, welche durch äußere Reize in ihnen geweckt oder gesteigert werden kann, schon natürlicher Weise bis zu gewissem Grade (meist nur unter der Schwelle) geladen sind, so werden die Nerven, mittelst deren wir Druck und Schwere empfinden, auch keine Ausnahme davon machen, also zum äußeren Gewichte einen Zuwachs aus diesem Gesichtspunkte zufügen, der unter verschiedenen Umständen und bei verschiedenen Personen verschieden sein kann. Auch wird das Gewichtsmoment des hebenden Armes selbst, natürlich in verschiedener Weise, in Rechnung kommen, je nachdem zur Hebung des äußeren Gewichtes der ganze Arm, oder

2) „In Sachen der Psychophysik", S. 190.

Digitized by Google

bloß Vorderarm, oder gar nur die Hand in Anspruch genommen wird. Diese natürliche Ladung der Nerven mit physiologischer Tätigkeit läßt sich in der Weise verstehen, daß zur Empfindung eine bestimmte Stärke der Schwingungen der Nervenmoleküle erforderlich ist, welche sie meist nur durch äußere Oszillationen erhalten, die aber in schwächerem Grade jeder Nerv auch ohne Reiz schon hat."

Aber vielleicht liegt die Sache noch viel einfacher. Jeder Sinn, der eine mehr, der andere weniger, aber in hervorragender Weise das Druck- und Gewichtsgefühl, werden durch Gewöhnung abgestumpft. Die kleineren Gewichte also, die wir in beständigem Gebrauche haben, werden nach und nach gar keine, oder nur eine schwach bewußte Gewichtsempfindung hervorrufen, jedenfalls wird die Empfindlichkeit, in bezug auf sie, bedeutend modifiziert, bedeutend herabgestimmt werden. Dies ist um so mehr in Anschlag zu bringen, als wir jene leichten Gegenstände, die wir fortwährend handhaben, gar nicht nach ihrem Gewichte, sondern nach den auffallenden Merkmalen der Gestalt, der Größe, der Rauhigkeit, Zartheit 2c. beurteilen, und unsere Aufmerksamkeit ganz und gar von dem unbedeutenden Gewichte derselben abgelenkt ist. Erst bei schwereren, oder für ihr Volumen auffallend leichten Körpern denken wir an ein Gewicht.

Hering, der durch neuere Versuche das Weber'sche Gesetz umzustoßen versucht, die aber, bei Berücksichtigung des Zusatzgewichtes, welches der Arm liefert, auffallend mit den Fechner'schen übereinstimmen, hat selbst eine Menge von Zufälligkeiten angegeben, welche die Gesetzlichkeit bei kleinen Gewichten nicht so rein zum Vorschein kommen lassen. Z. B.: Wir fühlen die Anstrengung, welche wir nötig haben, um das Gewicht zu halten, und erst dann, es zu heben; wir fühlen die Muskelanstrengung, um das durch das Heben (von schweren Gewichten) verschobene Gleichgewicht des Gesamtkörpers herzustellen. Wir empfinden Druck und Zug an den Hautstellen, die durch das Heben in Mitleidschaft gezogen werden 2c.

Hingegen scheinen zwei Versuche Hering's der Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes auch bei schweren Gewichten sehr entgegen zu stehen:

1) Wenn ich ein Gewicht von 3 Pfund habe und das Gewicht des mitgehobenen Armes auch etwa zu 3 Pfund rechne, so scheint mir der Zuwachs von 3 Pfd. zum Armgewichte von 3 Pfd. geringer, als wenn ich zu 3 Pfd. Armgewicht mit noch 4 Pfd. daran, also zu 7 Pfd. andere 7 Pfd. hinzufüge, ungeachtet er nach dem Gesetze nur gleich erscheinen sollte.

Bei der Lösung dieser Schwierigkeit rekurriert Fechner treffend

Digitized by Google

auf die auch von uns oben in Anspruch genommene Gewöhnung. Wenn wir sonst ein Gewicht in die Hand nehmen und wägen, fällt es uns nicht ein, dasselbe als Zuwachs zum Armgewicht zu fassen und letzteres Gewicht so zu sagen abzuziehen, um ersteres für sich aufzufassen, sondern wir beurteilen den Eindruck, den das Gesamtgewicht des Armes und des Gewichtes macht. Wir schätzen also in ersterem Falle mehr oder weniger richtig ein Gewicht von 6, in zweitem von 14 Pfd., und urteilen, daß ersteres nicht so schwer ist, als letzteres; dies hat aber mit dem Gesetze nichts zu tun.

2) Die Hand wird auf eine Unterlage gelegt, um die Mitwirkung des Armgewichtes auszuschließen. Wenn ich zu einer galvanischen Platte, welche auf der Hand liegt, noch eine Platte hinzufüge, so erscheint mir der Zuwachs geringer, als wenn ich zu 5 daraufliegenden 5 hinzufüge.

Dagegen läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit ein Doppeltes bemerken:

1°. Bei diesem Experimente erfährt die Hand schon bei einer Platte einen doppelten Druck, einen von oben und einen von der Unterlage, welche einander ziemlich gleich sein werden.

Doch halte ich diese Bemerkung Fechner's für durchaus unzutreffend; denn dadurch, daß die Hand nun einen doppelten statt eines einfachen Druckes von der Platte erfährt, wird an der Sache gar nichts geändert; es ist dies ganz dasselbe, als wenn gleich von Anfang 2 Platten zu 2 und später 10 zu 10 gefügt wurden.

Besser ist, was er 2° erwidert, was auch zugleich gegen den ersten Versuch gerichtet ist. Bei dieser Methode ist es schwer, zwei Fragen auseinander zu halten. Die erste: Was wird schwerer empfunden, 10 Platten oder 2 Platten? Und diese drängt sich als leicht zu beantworten in den Vordergrund. Die zweite: Geben 5 Platten zu 5 Platten einen größeren *Gewichtszuschuß* in der Empfindung, als 2 Platten zu 2 Platten? Sehr leicht antwortet man auf letztere mit der Antwort auf erstere, wie Fechner tatsächlich bei sich und anderen Personen wahrnahm.

Vielleicht darf man aber behaupten, daß es überhaupt nicht leicht ist, unmittelbar ein bestimmtes Größenverhältnis zwischen übermerklichen Empfindungen anzugeben und in unserem Falle zu sagen, ob das Verhältnis der Stärke der Empfindung von 2 Platten zu der Empfindung von 1 Platte dasselbe ist, wie die Empfindung von 10 Platten zur Empfindung von 5 Platten. Im Gebiete der Empfindungsstärke können wir wohl sagen, ob eine Empfindung der anderen an Stärke gleichkommt, oder größer, oder kleiner ist, aber man fühlt durchaus nicht

Digitized by Google

so leicht, daß der Zuwachs bei 5 Platten zu 5 Platten ein stärkerer ist, als von 1 Platte zu 1 Platte.

4. Über die Temperatur

hat Fechner einige Versuche angestellt, um auch auf diesem Gebiete das Weber'sche Gesetz zu bewähren, aber sei es, daß sie nicht hinreichend zahlreich waren, oder mit konstanten Fehlern behaftet, oder das Weber'sche Gesetz hier überhaupt keine Anwendung findet: — sie haben zu keinem entscheidenden Resultate geführt, weshalb sie hier nicht besonders behandelt zu werden brauchen.

5. Über extensive Größen

liegen von Fechner und Volkmann Versuche vor nach der Methode der mittleren Fehler über Schätzung kleiner Distanzen, die durch parallele Fäden oder feine Spitzen abgegrenzt waren. Bei Fechner's Augenmaßschätzungen gingen bei zu beurteilenden Distanzen von 10—240 Millimeter, in einem Augenabstande von 1 Fuß bis 800 Millimeter, die reinen Fehlersummen oder die dabei begangenen mittleren Fehler den Distanzen genau porportional, woraus sich ergibt: je größer die zu schätzenden Distanzen sind, desto mehr irrt man, wenn man über die Unterschiede zweier Distanzen, falls diese Unterschiede nicht selbst vergrößert werden, zu urteilen hat. Darum muß zu großen Distanzen ein größerer Distanzunterschied hinzugefügt werden, um als Unterschied erkannt zu werden, als zu kleinen, und zwar muß diese Vergrößerung mit den absoluten Distanzgrößen porportional gehen, wie es eben das Weber'sche Gesetz verlangt.

Hingegen bieten die mikrometrischen Versuche Volkmann's über Distanzenschätzungen von 0,2 bis 3,6 Millimeter bei Augenabständen, die sich in der gewöhnlichen Sehweite halten, beim ersten Anblicke Schwierigkeiten. Denn seine Fehlersummen nehmen zwar im allgemeinen mit der Größe der Distanzen auch zu, aber nicht so schnell, als es die vom Weber'schen Gesetze statuierte Porportionalität verlangt. Doch läßt sich diese Schwierigkeit durch Aufzeigen eines wahrscheinlichen, konstanten Fehlers heben. Berücksichtigt man diese „Volkmann'sche Konstante", so bleibt die „Weber'sche Variabele" übrig, d. h. die Fehler nehmen im Durchschnitte mit der Größe der geschätzten Distanzen zu, es müssen größere Distanzunterschiede bei größeren Distanzen angewandt werden, um noch gleich gut geschätzt zu werden.

Aber ist man auch zur Annahme eines solchen konstanten Fehlers berechtigt? Außer den allgemeinen Gründen für die untere Grenze

Digitized by Google

der Gültigkeit des Gesetzes, welche schon oben angeführt wurden, kann eine Hypothese Weber's die Ausnahme-Erscheinungen sehr annehmbar erklären. Es widerstreitet nichts der Annahme, daß wir die Distanzen, überhaupt Größen, nach der Zahl der Netzhautstellen bestimmen, über welche jene Größen ihren Reiz ausbreiten, im Gegenteil, dieselbe scheint sehr plausibel zu sein. Darnach können aber zwei kleine Linien, die ziemlich stark in ihrer Länge differieren, als gleich groß empfunden werden, wenn sie nur eine gleiche Anzahl von Netzhautstellen affizieren. Dies ist aber leicht möglich, indem die längere, z. B. zwei Netzhautelemente von dem äußersten Ende des einen bis zum äußersten Ende des andern, ganz bedeckt, die kürzere aber dieselben Elemente eben nur an den einander zugewandten Enden etwas berührt. Zugleich ist aber auch ersichtlich, daß, je größer die Distanzen oder Größen werden, um so mehr der Einfluß dieses Fehlers verschwinden muß. Denn wenn bei kleinen Linien die eine doppelt, dreifach so groß sein kann, als die andere, und doch nicht über die Netzhautelemente dieser hinausreicht, so kann bei größeren Linien der Unterschied, der sich innerhalb des Durchmessers eines oder zwei sehr kleiner Seh-Elemente halten muß, nicht so große Dimensionen annehmen. Kännte man die Größe dieser Elemente, so hätte man an den beobachteten konstanten Fehlern einen sicheren Anhaltspunkt für die Richtigkeit dieser Hypothese. Aber es dürfte schwer sein, die Größe der letzten Netzhautelemente zu ermitteln, weshalb wir über eine hypothetische Erklärung der Ausnahme-Erscheinung nicht hinauskommen.

An der Haut angestellte Versuche über Distanzunterschiede lassen durchaus keine Bestätigung des Weber'schen Gesetzes erkennen; daß die Hautempfindungen so von den Gesichtsempfindungen differieren, mag daher rühren, daß bei letzteren die Muskelbewegungen der Augen der Seele im Distanzschätzen einen Anhaltspunkt bieten, der bei der ruhenden Haut wegfällt. Jedoch ist auf die Ausdehnungs-Empfindung überhaupt nicht soviel Gewicht zu legen, da hier sehr starke Abweichungen vom Weber'schen Gesetze stattfinden. Eine Linie z. B., welche doppelt so groß ist, als eine andere, wird auch doppelt so groß geschätzt, wie Hering bemerkt. Aber mit Unrecht folgert Hering hieraus die Ungültigkeit des Gesetzes für die Intensität der Empfindungen. Fechner selbst hat bereits in den „Elementen" die Gültigkeit des Gesetzes für extensive Empfindungen für prekär gehalten, und in der Tat kann und muß man beide Arten der Empfindungen wohl auseinander halten. Die extensiven Empfindungen werden durch Reize an den verschiedenen Teilen des Organes, die intensiven aber durch Verstärkung der Reize an derselben Stelle erzeugt. Es ist aber leicht denkbar, daß eine und

Digitized by Google

dieselbe Nervenstelle bei stärkeren Reizen auch einen viel stärkeren Zuwachs erfahren muß, um eine spürbare Empfindungs-Vermehrung zu erhalten, als bei schwächeren Reizen; denn es ist, wie wir sahen, sehr wahrscheinlich, daß die Seele gegen höhere Reize immer stumpfer wird; aber dieser Grund fällt weg, wenn es sich um Ausbreitung des Reizes über eine ausgedehnte Stelle des Organes handelt; die frisch gereizte Stelle kann ihren Eindruck eben so ausgedehnt wiedergeben, als die frühere kleinere Stelle.

Wundt hat allerdings versucht, die intensiven und extensiven Empfindungen dadurch unter einen Gesichtspunkt zu bringen, daß nach ihm die Größe der Objekte nicht durch die Menge der gereizten Netzhautstellen erkannt, sondern nach der Stärke der Muskelgefühle beurteilt wird, welche nötig ist, um die Blicklinie des Auges über das Objekt wandern zu lassen. Darnach reduzierte sich die Ausdehnungsempfindung auf eine Intensitäts-Empfindung (Innervations-, Muskelgefühl) und müßte sich unter das Weber'sche Gesetz fügen. Damit stimmt gut, daß die Schätzung der Distanz mit dem Gesichte weniger vom Gesetze sich entfernt, als mit der Haut, wo die Muskelgefühle wegfallen. Die starke Abweichung, welche auch beim Gesichtssinn in bezug auf sehr kleine Distanzen sich zeigt, erklärt dann Wundt konsequent daraus, daß wir zwar im allgemeinen ein sehr feines Gefühl für die sehr feinen Abstufungen der Innervations-Intensität besitzen, daß dasselbe aber in bezug auf sehr kleine Augenbewegungen unzuverlässig wird.

Die Verschiedenheit der Resultate, welche auch bei größeren Distanzen die verschiedenen Beobachtungen ergeben, rühren nach Wundt großenteils daher, daß in einem Falle leere Distanzen, im andern ausgezogene Linien verglichen wurden. Es steht nämlich fest, daß wir leere Distanzen viel kleiner schätzen, als wirkliche Linien, und der Grund davon liegt darin, daß in letzterem Falle das Auge längs einer Linie seine Fixation verschieben kann, in ersterem Falle aber, da es nicht leicht ist, einen imaginären (nicht realen) hellen Punkt zu fixieren, unvermittelt von dem Anfangspunkt der Distanz auf den Endpunkt überspringt.

Wir brauchen uns hier weder für die eine noch die andere Ansicht über die subjektiven Bedingungen der Größenschätzung zu entscheiden, da beide die Tatsachen mehr oder weniger approximativ im Sinne des Weber'schen Gesetzes erklären. Freilich für die Tatsache, daß eine größere Linie, welche doppelt so groß ist, als eine andere, auch doppelt so groß erscheint, kann die Fechner'sche Auffassung keine Erklärung bieten. Nach Wundt könnte man sagen, daß nur so lange

Digitized by Google

das Weber'sche Gesetz bei extensiven Empfindungen in Anwendung komme, als dieselben wirkliche Intensitätsgefühle der Innervation sind. Dies sind sie aber bloß bei der ursprünglichen Orientierung des Auges über die Größe der Dinge; später reicht dann, zumal beim binokularen Sehen, das Netzhautbild in Verbindung mit andern sekundären Kriterien schon hin, auch ohne Muskelgefühle die Größe der Objekte zu schätzen; darum folgt die Größenschätzung nicht mehr einem logarithmischen Verhältnisse, wie es das Weber'sche Gesetz verlangt, sondern insofern die Perspektive außer dem Spiele bleibt, einem genau geometrischen.

In anderer Weise erklären sich fehlerhafte Größenschätzungen nach Hering's Ansicht, welcher annimmt, daß wir nicht nach der Ausdehnung der vom Objekte gereizten, kugeligen Netzhautstellen, sondern nach der Länge der Sehne, welche vom Anfange bis zum Ende der Stelle gezogen ist, die Größe des Objektes bestimmen. Doch hat eine solche Ansicht nicht viel Wahrscheinlichkeit.

6. Fortune physique et morale.

Laplace versteht unter der fortune physique eine Summe physischer Güter, unter der fortune morale den aus diesen Gütern erwachsenden Genuß, die Summe der ihnen entsprechenden angenehmen Gefühle. Ihr Verhalten zu einander fügt sich sehr triftig unter das Weber'sche Gesetz, in dessen Sinne auch schon vor Laplace, Bernouille und nach ihm wieder Poisson eine logarithmische Abhängigkeit beider von einander aufgestellt hat, die auch wir später auf Grund des Weber'schen Gesetzes allgemein zwischen Reiz und Gefühlen ableiten werden. Die Formel Laplace's selbst lautet: $g = k \log \alpha + \log h$, in der g die fortune morale, α die fortune physique, k und h Konstanten bezeichnen.

Es ist nämlich Tatsache, daß dasselbe physische Gut, z. B. dieselbe Summe Geldes, etwa 1 Mark, zu einem Besitze von 10,000 M. hinzugefügt, viel weniger erfreut, viel weniger den Wohlstand vermehrt, als dieselbe Summe zu 2, 3, 10 M. hinzugefügt. Damit ein Reicher von einem Vermögen von 10,000 M. denselben Genuß durch Hinzufügung eines Besitzes, als der Arme mit 10 M., welcher 1 M. hinzubekommt, habe, muß der Zuwachs in demselben Verhältnisse zu dem schon besessenen Vermögen stehen, wie der Zuwachs des Armen zu seinem früheren Besitz. Faßt man also das äußere Gut nach Analogie eines Reizes und den Genuß des Wohlseins als Empfindung, so hat man auch hier: die Reizzuwüchse müssen mit der absoluten Größe der schon vorhandenen Reize porportional sein, um als gleich groß empfunden zu werden.

Digitized by Google

Dies gilt aber nicht bloß vom äußern Besitz, sondern von allen Gütern: Ehre, Wissenschaft usw.; je mehr jemand deren besitzt, desto mehr und stärkere Zuwüchse muß er noch erfahren, um einen merklichen Eindruck der Freude zu erhalten. Die Vergnügen selbst tragen um so weniger zum Glücklichsein bei, je mehr jemand dieselben, sei es gleichzeitig, sei es nacheinander, genießt. Je mehr er durch den Genuß abgestumpft ist, desto raffinierter müssen die Vergnügen werden, um noch irgend welchen erheblichen Eindruck des Wohlseins zu machen.

Daraus lassen sich einige wichtige Folgerungen ziehen:

1°. Das Weber'sche Gesetz beruht nicht bloß auf einem mechanischen Zusammenhange zwischen Bewegung des Reizes und der Empfindung, wie Fechner anzunehmen geneigt ist, sondern ist, wie offenbar in der geistigen Sphäre, so höchst wahrscheinlich im Gebiete der bloßen Empfindung auf eine Beschaffenheit des psychischen Prinzips, nämlich der Abstumpfungsfähigkeit der Seele zurückzuführen.

2°. Teleologisch ist das Gesetz von der größten Bedeutung, indem einerseits das empfindende Wesen bei der raschen Abnahme der Empfindungsfähigkeit durch in's Unermeßliche gesteigerten Schmerz nicht unnötig gequält wird, andererseits ihm die Möglichkeit genommen ist, sich unbegrenztem Genusse hinzugeben, hier auf Erden sein Glück zu finden. Wenn nämlich die Schwierigkeit, zufrieden zu sein und zu genießen, mit dem Besitze und Genusse wächst, so kann es kein besseres Mittel, selbst zum irdischen Glücke, geben, als sich zu mäßigen und zu entsagen, zumal die Genußmittel schließlich so gesteigert und vermehrt werden müßten, daß sie der Organismus nicht ertragen könnte und bei der tatsächlichen Beschränktheit der Erdengüter die größere Mehrzahl der Mitmenschen selbst die notwendigsten Subsistenzmittel entbehren müßte, wenn einige Wenige zur vollständigen Befriedigung ihrer Lüste sie gebrauchten.

7. Die Schwelle.

Mit dem Weber'schen Gesetze hängt eine andere gesetzmäßige Tatsache eng zusammen, daß nämlich der Nullpunkt der Empfindung nicht mit dem Nullpunkt des Reizes zusammenfällt, sondern wegen des langsameren Wachstums der Stärke der Empfindung im Vergleich zum Wachstum des Reizes, erstere beim Abnehmen schon am Nullpunkte angelangt ist, während letzterer noch eine endliche Größe hat und beim Aufsteigen letzterer schon einen endlichen Wert haben muß, ehe wir eben anfangen, uns einer Empfindung bewußt zu werden.

Der Punkt, wo ein Reiz eben anfängt, eine bemerkliche Em-

Digitized by Google

pfindung zu erzeugen, oder aber noch hinreicht, um die Empfindung nicht ganz schwinden zu lassen, ist von Fechner die Schwelle genannt worden, die Stelle, an der ein Reiz eine Empfindung in's Bewußtsein ein- und ausgehen läßt. Für sich verständlich ist darnach, was man unter Unterschieds-Schwelle zu verstehen hat: es ist der Punkt, wo ein Reizzuwachs eben stark genug ist, um die neue Empfindung von der vorhergehenden in der Stärke unterscheiden zu können.

Beweise für die Tatsache der Schwelle gibt es in Menge auf jedem Sinnesgebiete. Inbezug auf die Lichtempfindungen ist der Nachweis allerdings dadurch erschwert, daß wir auf den Nullpunkt der Sehempfindung nicht kommen können, weil wir stets, auch bei geschlossenen Augen sehen (Augenschwarz, s. ob.); aber die Existenz der Unterschiedsschwelle läßt sich hier um so schlagender nachweisen, und zwar durch den einfachen Versuch mit 2 Lampen, den wir oben schon besprochen haben. Stellt man vor 2 Lichter einen Stab, so wirft derselbe einen doppelten Schatten, der nur von je einer Flamme erleuchtet ist, während die Umgebung die doppelte Beleuchtung empfängt. Man kann nun durch Verkleinerung der einen Flamme oder durch Zurückschieben derselben den Schatten, den sie wirft und der stets von der andern Flamme beleuchtet bleibt, immer schwächer machen, bis er schließlich verschwindet. Und doch ist der Schatten da; denn das schwache Licht wirft wirklich einen Schatten, er ist aber von der der Umgebung in der Helligkeit nicht zu unterscheiden. Nämlich wenn der Lichtunterschied an einem gewissen Punkte der Schwelle angekommen ist, besteht er zwar noch, aber er kann von uns nicht empfunden werden.

Hierhin gehört auch die schon berührte Tatsache, daß wir am Tage die Sterne nicht vom Himmelsgrunde zu unterscheiden vermögen; der Helligkeitsunterschied, den sie dem von der Sonne beleuchteten Firmamenten hinzufügen, ist zu gering, um in unser Bewußtsein zu treten.

Die ultravioletten Strahlen des Spektrums haben als chemische Strahlen eine zu starke Brechbarkeit und die beigemischten Farbestrahlen sind zu schwach, als daß sie unser Auge zum bewußten Sehen bestimmen könnten; daß sie aber auf dasselbe wirken, zeigt die Anwendung von Bergkrystallprismen, welche den Farbestrahlen einen reichlicheren Durchgang gestatten, als Glasprismen; daß aber auch die Glasprismen dem ultravioletten Teile des Spektrums noch Farbestrahlen durchlassen, scheint durch die Erscheinung der Fluoreszenz, die sich bei Anwendung von schwefelsaurem Chinin zeigt, eine Bestätigung zu finden; es sei

Digitized by Google

denn, daß das Chinin die Brechbarkeit der Strahlen beeinflusse und aus chemischen, blaue Lichtstrahlen mache.

Beim Schall ist die Erscheinung der Schwelle sehr auffallend. Wir hören im Walde keine einzelne Raupe fressen; verstärkt sich das Geräusch durch eine große Anzahl Raupen beim Waldfraß, so wird es sehr vernehmbar; es muß also doch auch die einzelne Raupe zum Geräusche etwas beigetragen haben.

Verdünnt man die bitterste Substanz, so schmeckt man nichts mehr, so wie man auch von dem hellsten Karmin nichts mehr sieht, wenn es in ein großes Wassergefäß gegossen wird. Und doch ist hier die bestimmte Farbe und dort der Geschmack noch übrig, wie die Wiederkonzentration der Verdünnung zeigt.

Der Wilde und der Hund riechen die Spur des Menschen, die für uns ganz unmerklich ist, aber doch ebenso auf unser Organ wie auf die Nase jener wirkt.

Für *extensive* Empfindungen ist die Schwelle nicht minder vorhanden. Wird eine Größe zu klein, so können wir sie nicht mehr sehen, obgleich sie noch da ist; ebenso muß der Größenunterschied eine gewisse Größe haben, um von uns aufgefaßt zu werden.

Auf der Haut muß die Entfernung zweier Zirkelspitzen an verschiedenen Stellen eine verschiedene Größe haben, damit sie nicht die Empfindung *einer* Spitze erregen.

Wenn die Bewegung des Stundenzeigers, der Sterne am Himmel nicht von uns bemerkt wird, so hat das seinen Grund in der Schwelle inbezug auf Wahrnehmung der Bewegung. Jede Bewegung kann so langsam werden, daß wir sie nicht mehr sehen. Wahrscheinlich fängt die Geschwindigkeit $\left(v = \frac{s}{t}\right)$ dann an wahrnehmbar zu werden, wenn in der kleinsten noch unterscheidbaren Zeitdauer, die für die Seele nicht in einen Punkt zusammenfließt, wie dies z. B. bei sehr rasch aufeinanderfolgenden Eindrücken der Fall ist, ein Raum durchlaufen wird, der von der Seele nicht als Punkt, sondern als ausgedehnter Raum wahrgenommen wird.

Die Tatsache der Schwelle ist für das empfindende Wesen, zumal für den Menschen, teleologisch von großer Wichtigkeit. Denn nur dadurch, daß schwächere Reize die Empfindungen nicht über die Schwelle heben, ist es uns möglich, *Ruhe* zu haben. Da nämlich eine ganze Menge von Reizen fortwährend auf uns einwirken, deren wir bei der allgemeinen Unruhe der uns umgebenden Welt uns absolut nicht erwehren können, so würden wir ohne die Schwelle stets an allen Teilen unseres Leibes mehr oder weniger belästigt werden. In vollem Umfange

Digitized by Google

gilt dies gerade für die Sinne, deren Erregung durch jeden kleinen Reiz uns besonders belästigen müßte, das Ohr, den Geruch, des Gefühl, während hingegen beim Auge eine Ausnahme-Einrichtung getroffen ist, die sich hier als die vorteilhafteste erweist. Dadurch, daß das Auge beständig in geringem Grade über der Schwelle sich befindet und im Augenschwarz ein nicht vollständiges Schwarz sieht, bedarf es des geringsten Reiz-Zuwuchses, um auch sehr schwach beleuchtete Körper zu sehen; ganz schwarze Gegenstände würden ohne diese Einrichtung gar nicht gesehen, höchstens durch den Gegensatz zu der umgebenden Beleuchtung erkannt werden, auch würde sich dann der sog. blinde Fleck im Auge störend bemerkbar machen. Stärker dürfte das Augenschwarz aber auch nicht erhellt sein, weil dann nach dem Weber'schen Gesetze viel stärkere Reizunterschiede erforderlich gewesen wären, als jetzt, um als solche empfunden zu werden.

8. Genauere Angaben der Schwelle in den einzelnen Empfindungsgebieten.

Beim Gesichtssinn läßt sich der kleinste Grad der eben merklichen sich über dem absoluten Dunkel erhebenden Helligkeit nicht angeben, da wir wegen des natürlichen Augenschwarzes ein vollständiges Dunkel nicht herstellen können; aber auch der kleinste eben merkliche Unterschied in der Beleuchtung oder Färbung läßt sich nur annähernd angeben, da 1^0 für verschieden empfindliche Organe, d. h. für verschieden gute Augen die Größe derselben verschieden ist; 2^0 für verschiedene Annäherung oder Entfernung vom Auge verschieden ist; 3^0 die Erkennbarkeit kleiner Helligkeitsunterschiede auch von der Größe derselben und, wie schon bemerkt, von ihrer Ruhe oder Bewegung abhängig ist. Daher schwanken denn auch die Angaben zwischen $^1/_{64}$ und $^1/_{131}$ oder sogar bis $^1/_{150}$ der Intensität, d. h. im günstigsten Falle kann man schon eine Helle erkennen, die sich nur um $^1/_{150}$ über die Helligkeit der Umgebung hebt; im ungünstigsten muß eine Beleuchtung mindestens $^1/_{64}$ stärker sein als der Grund, um von demselben unterschieden werden zu können. In runder Zahl kann man wohl den von Volkmann gefundenen Wert $^1/_{100}$ sich merken.

Die Angaben über die kleinsten noch erkennbaren Distanzen oder Größen sind darum nicht so leicht zu verwerten, weil die Irradiation sich mit der Distanz nach Gesetzen, die noch nicht hinreichend ermittelt sind, kompliziert. Das Licht, welches eine Faser des Auges trifft, breitet sich weiter auf die benachbarten Fasern aus und läßt die hellen Gegenstände größer erscheinen, als die gleich großen dunklen. Nach Volkmann verbreitert sich so der Rand eines in Glanzlicht er-

Digitized by Google

scheinenden Silberfadens auf schwarzem Grunde um 0,0012 — 0,0032 Millim. — Noch dürften folgende Angaben einen approximativen Anhaltspunkt geben.

Nach Hook fallen dem besten Auge 2 Sterne, die nicht mindestens unter einem Winkel von $^1/_2$ Minute erscheinen, in einen Punkt zusammen.

Nach Tob. Mayer kann ein schwarzer, runder Punkt, auf ganz weißem Grunde von $^1/_4$ par. Lin. Durchmesser, in einer Entfernung von 10′ genau, von 12′ nur undeutlich gesehen werden.

Volkmann erkannte ein 0,002 Zoll dickes Haar auf 30 Zoll Entfernung.

Nach Ehrenberg ist die kleinste erkennbare Quadratgröße die, welche $^1/_{36}$ par. Lin. Durchmesser hat, die unter günstigen Umständen auf $^1/_{48}$ verkleinert werden könne. Die beste Entfernung vom Auge war dabei 4—5 Zoll. „Anders", sagt er, „verhält es sich mit Linien. Undurchsichtige Fäden von $^1/_{400}$ Linie Dicke erkennt man gegen Licht mit bloßem Auge. Spinnenfäden messen $^1/_{300}$—$^1/_{2000}$ Linien; Fäden der Seidenraupe $^1/_{200}$. Letztere sind im Kokon doppelt".

Für die verschiedenen Stellen der Haut sind die eben merklichen Distanzen sehr verschieden. Während nach Weber die beiden Zirkelspitzen 30 Linien entfernt sein müssen, um am oberen Teile des Rückgrats und auf der Mitte des Oberarmes und des Unterschenkels angesetzt noch als 2 erkannt zu werden, so reicht an der Zungenspitze $^1/_2$ Linie, an dem letzten Fingergliede 1 Linie Spannung hin.

Wärmeunterschiede vermag die Hand, welche in zwei ungleichmäßig erwärmte Wassergefäße abwechselnd getaucht wird, bis $^1/_6{}^0$ R. und bei mittleren Temperaturen von noch wenigerem Unterschiede zu erkennen.

Auch für die Gewichtsempfindung sind die verschiedenen Teile des Körpers sehr verschieden, mögen dieselben nun durch das Muskelgefühl beim Heben der Gewichte, oder durch das Druckgefühl beim Belasten z. B. der aufliegenden Hand geschätzt werden. Aubert vermochte an Stirn, Schläfen ꝛc. 0,002 Gr. Gewicht zu erkennen.

Die geringste Schallstärke, welche das menschliche Ohr noch wahrzunehmen vermag, fand Schäfhäutl, indem er auf eine Glasplatte ein Korkkügelchen von 1 Milligr. Gewicht 1 Millim. hoch herabfallen ließ und das Ohr 91 Millim. näherte, in welcher Entfernung er erfahrungsmäßig am besten hörte. Bei 30 Versuchen, welche Nachts um 12 Uhr, in vollkommener Stille angestellt wurden, konnte er 25mal das Auffallen hören.

Schallunterschiede müssen viel größer sein, um erkannt zu

Digitized by Google

werden, als Lichtunterschiede; während dort $^1/_{100}$ genügt, müssen sich hier die Intensitäten wie 3 : 4 verhalten.

Für die Tonhöhe ist die untere Grenze der Hörbarkeit ein Ton, der durch 30—32 Schwingungen in der Sek. erzeugt wird. Savart wollte noch Töne von 14—16 Schwingungen künstlich erzeugt haben, und glaubt, man könne noch tiefer heruntergehen, doch behauptet Depretz, daß die Versuche dies nicht bestätigen. Die obere Grenze hörbarer Töne wird verschieden angegeben und ist für verschiedene Ohren und für verschiedene Intensitäten verschieden. Nach Wollaston wären die Stimmen der Fledermaus und des Feldheimchens die höchsten Töne; diese seien 600—700 mal schneller, als die des tiefsten Orgeltones. Depretz will noch Töne von feineren Stimmgabeln von 72000 einfachen Schwingungen = 36000 Schlägen gehört haben, nur würden dieselben nicht so rasch aufgefaßt, um musikalisch verwertet werden zu können.

Sehr fein unterscheidet das Ohr die Tonintervalle. Seebeck vermochte zwei Töne zu unterscheiden, von welchen der eine 1209, der andere 1210 Schwingungen entsprach; ein feiner Musiker könne die Unterscheidung noch weiter treiben.

Auch Abweichungen von der Reinheit anderer Intervalle, als der des Einklangs, werden sehr fein erkannt; namentlich ist das Ohr am sichersten bei Unterscheidung einer reinen Quinte von einer unreinen; hier können 3 Vibrationen-Unterschiede auf 1151 Schwingungen erkannt werden.

9. Erweiterung des Schwellengesetzes.

Mit der Verallgemeinerung des Schwellengesetzes und dessen Übertragung auf das Gesamtleben des Menschen müssen wir uns durchaus einverstanden erklären. Der einheitliche Zusammenhang der Tatsachen, wie er sonst überall in der Natur zutage tritt, verlangt dies, und die Beobachtung selbst drängt darauf hin. Der Schlaf ist im psychischen Leben unter der Schwelle, das Wachen über der Schwelle. Auch das Verhältnis unseres allgemeinen Bewußtseins zu dem besonderen Bewußtsein der einzelnen Wahrnehmungssphären wird sehr passend unter denselben Gesichtspunkt gestellt. Im wachen Zustande ist unser Bewußtsein stets über der Schwelle, daneben auch immer ein oder das andere Sinnesgebiet; aber wegen der „Enge" unseres Bewußtseins vermögen wir immer nur diese oder jene psychische Tätigkeit durch die Richtung der Aufmerksamkeit auf sie über die Schwelle zu heben. Unterdessen „schlafen" die übrigen Fähigkeiten, bis auch sie durch das Gesamtbewußtsein, oder von einer anderen, über der Schwelle

Digitized by Google

befindlichen, bewußten Tätigkeit wachgerufen werden. Diese (partielle) Ähnlichkeit zeigt sich sehr auffallend bei starker Zerstreuung, in der es fast so starker Reize bedarf, um auf etwas zu merken, wie im Schlafe, und wie dieser eine größere oder geringere Tiefe haben kann, entsprechend der Stärke der Reize, welche erforderlich sind, um den Schläfer zu wecken, so auch die Zerstreuung oder der Mangel an Aufmerksamkeit auf ein Sinnesgebiet. Ohne Annahme der Schwelle findet diese Tiefe des Unbewußtseins keine Repräsentation, überhaupt keine Erklärung, wohl aber, wenn sie der Stärke des Reizes porportional ist, welche die Wahrnehmung (auf der Schwelle) bewußt werden läßt. Denn darnach ist (theoretisch) der Schlaf um so tiefer, das Unbewußtsein um so stärker, je heftiger der Reiz sein muß, um Wachen und Bewußtsein herbeizuführen, wenn auch das bei Fechner erwähnte Experiment, vermittelst der Stärke von Pendelschlägen, welche den Schläfer aufwecken, die Tiefe seines Schlafes zu messen, als durchaus unausführbar bezeichnet werden muß.

Ja, wir möchten dem Schwellenprinzip eine noch viel weitere Ausdehnung geben, als selbst Fechner, wenn wir dasselbe auch nicht auf den Allgeist mit ihm anwenden können. Es ist nicht nur bodenlose Phantasie, sondern die größte Ungereimtheit, Gott ein Bewußtsein beizulegen, dessen Schwelle tiefer liege, als die unserer Seele, und das also noch durch Reize affiziert werden könne, welche in uns keine bestimmte Empfindung erzeugen. Aber Tatsache ist, daß bei manchen Tieren die Schwelle tiefer liegt, als bei uns, welche feiner riechen, sehen, hören, fühlen, als wir; auch bei ungebildeten Menschen (Wilden) und bei allen Menschen in krankhaften Zuständen liegt die Empfindungsschwelle tiefer, und diese Tatsache wirft schon ein wenig günstiges Licht auf die Tiefe der Schwelle der Gottheit.

Es ist nur eine Wohltat für die Menschen, daß für viele innere Zustände eine Schwelle besteht, und zwar bei manchen eine so hohe, daß sie entweder gar nie, oder doch nur selten, in abnormer Weise überstiegen wird. Wir werden uns nur schwer, namentlich bei inneren Störungen der vegetativen Lebenstätigkeiten, des Blutumlaufs, der Verdauungstätigkeit ꝛc. bewußt; selbst rein geistige Tätigkeiten, wie die Abstraktion, d. h. die Umsetzung der sinnlichen Wahrnehmung in geistige Auffassung, ferner sog. zusammengesetzte, gemischte Gefühle und manche Schlußfolgerungen entziehen sich in ihren Elementarbestandteilen fast ganz unserm Bewußtsein. Wir haben manchmal ein einheitliches, unzergliedertes, „unsägliches" Gefühl, das, weil es auf verschiedene Objekte gerichtet ist, aus verschiedenen Gefühlen gebildet ist; wir nehmen bloß den Gesamteindruck wahr, und erst durch Anstren-

Digitized by Google

gung können wir dasselbe auch nach seinen einzelnen Bestandteilen manchmal in's Bewußtsein bringen. Ähnlich ist es mit Gedanken. Gar viele Urteile scheinen unmittelbar evident, und doch können sie nur durch Gründe evident gemacht werden, und es kann sich also unsere Überzeugung, die wir davon haben, nur auf Einsicht der Gründe stützen, und doch ist manchmal langes Nachdenken, Belehrung notwendig, um uns jene Gründe in's klare Bewußtsein zu bringen. Hierher gehören alle Urteile, die wir nach einem gewissen „Gefühl" für wahr oder falsch erachten.

10. Die unbewußten Empfindungen.

Aber je weiter wir so die Tatsachen bis in's geistige Gebiet hinein verfolgen, desto deutlicher zeigt sich auch, daß die Fassung der unter der Schwelle liegenden, unbewußten, „negativen", psychischen Tätigkeiten seitens Fechner und damit sein Schwellenbegriff selbst nicht der richtige ist. Nach ihm ist die unbewußte, unter der Schwelle liegende Empfindung kein psychischer Vorgang, sondern eine psychophysische Erregung (der Nerven), nicht stark genug, um eine Empfindung auszulösen.

Wenn man mit dieser Auffassung wohl auch auskommen könnte bei rein sinnlichen Phänomenen, bei Erklärung geistiger, unbewußter Tätigkeiten läßt sie uns im Stiche. Denn wenn auch diese Tätigkeiten körperliche Zustände nicht bloß im allgemeinen, sondern auch im besonderen zur Voraussetzung haben, so sind sie in sich doch etwas ganz Unkörperliches, wie schließen, abstrahieren ꝛc. Und doch müssen diese Tätigkeiten, ohne daß sie in's Bewußtsein treten, vor sich gehen, damit ein geistiger Gesamtzustand, ein Endzustand möglich sei. Also gibt es unbewußte Tätigkeiten, die nicht in einer bloßen körperlichen (zu schwachen) Erregung bestehen können.

Gerade die Tatsache der Aufmerksamkeit, welche eine (wegen Zerstreuung) unbewußte Empfindung über die Schwelle hebt, kann uns recht klaren Aufschluß über das Wesen der unbewußten Tätigkeiten geben.

Wenn Fechner behauptet, eine wirkliche Empfindung, von der man nichts wisse, sei keine Empfindung, jedenfalls nicht vorstellbar, nur dadurch bekomme sie eine faßbare Deutung, daß man darunter einen psychophysischen Prozeß verstehe, der nicht stark genug sei, um empfunden zu werden, so braucht er nur, um eine Vorstellung, ja ich möchte sagen, eine Anschauung von der unbewußten Empfindung zu haben, auf den Augenblick zu achten, in welchem eine schwache Empfindung, etwa ein sehr mäßiger Schmerz, durch die Hinwendung der

Digitized by Google

Aufmerksamkeit auf denselben in's Bewußtsein tritt. Da finden wir ja ganz deutlich, daß der Schmerz nicht erst mit der Aufmerksamkeit entsteht, sondern von ihr vorgefunden wird.

Selbst im Zustande der Unbewußtheit übt der Schmerz wirkliche Einflüsse aus und muß also doch selbst wirklich sein. So mischt er, selbst wenn unsere Aufmerksamkeit anderswohin gerichtet ist, ein Gefühl des Unbehagens in unsere Gesamtstimmung, das durch die Zerstreuung gemäßigt, aber nicht ganz beseitigt wird. Wir nehmen selbst spontane Bewegungen vor, um den Schmerz zu lindern. Da nun aber jene Bewegungen vom Willen abhängen, dieser aber nur nach Erkenntnis handeln kann, so muß das Schmerzgefühl unbewußt vorhanden sein. Besonders auffallend zeigen sich diese Bewegungen im Schlafe, wenn z. B. der Schläfer unter der Nase gekitzelt wird. Ohne aufzuwachen und also ohne bewußte Empfindung macht er alle Bewegungen, die das Gefühl des Kitzelns im wachen Zustande hervorruft. Ganz schlagend ist auch die Erscheinung, daß geschlechtliche Erregungen, welche doch nur in Folge sinnlicher Vorstellungen nach Ausweis des Tagesbewußtseins eintreten, im Schlafe sich in ihren Folgen geltend machen und selbst in den wachen Zustand hineindauern. Hier übt also die Seele ganz bestimmte Funktionen, von denen häufig auch nicht das geringste Bewußtsein vorhanden ist.

Wenn der Zerstreute aus seiner Zerstreuung zu sich kommt, wie auch, wenn der Schläfer vom Schlafe vollständig erwacht, so faßt er noch kurze Sätze, oder doch die letzten Worte eines Satzes auf, die während der Zerstreuung oder im Halbschlafe gesprochen wurden. Sie kommen also zu einer andern Zeit zum Bewußtsein, als in der sie gesprochen wurden; wären sie nun nicht vor dem Bewußtsein schon *gehört* worden, so könnten sie nicht mehr bewußt werden. Nun wird man wohl sagen, die Nervenerregung, welche während des Schlafes eingetreten ist, dauert noch fort und mit Hülfe der Aufmerksamkeit kann sie in (bewußte) Empfindung umgesetzt werden. — Dies ist aber durchaus unmöglich. Die materiellen Teile des Nerven können nicht mehrere aufeinanderfolgende, verschiedenen Worten entsprechende Erregungen gleichzeitig festhalten, sondern nach dem Gesetze von der Zusammensetzung der Kräfte würde sich daraus eine einzige resultierende Erregung bilden, welche nachher als ein Gemisch von Tönen, nicht aber als distinkte Worte aufgefaßt würde. Es muß also die *Seele* jedes Wort einzeln gehört haben, bevor die folgende Erregung des Nerven vom folgenden Worte dazukommt. Dies beweist ganz handgreiflich der gedrehte Farbenkreisel, dessen einzelne Farben nicht mehr wahrgenommen werden, sondern in *einem* Grau zusammen schmelzen,

Digitized by Google

wenn die Drehung so schnell erfolgt, daß, bevor die Seele die erste Farbe aufgefaßt hat, schon die Erregung des Nerven durch die zweite dazukommt. Und dasselbe Gyroskop, mit durchlöcherten Platten versehen, in welche ein Luftstrom geblasen wird, liefert den Beweis, daß wenn die durch Unterbrechung des Luftstromes erzeugten Stöße sehr rasch aufeinander folgen, sie nur als kontinuierlicher Ton gehört werden.

Sodann ist auch gar nicht einzusehen, wie die Aufmerksamkeit die Stärke der Nervenerregung ersetzen und in Verbindung mit dieser erst eine (bewußte) Empfindung hervorrufen soll; jedenfalls ist dies weit weniger „faßbar", viel eher ein „mystischer Begriff", als eine Empfindung, deren wir uns nicht bewußt sind. Recht wohl aber läßt sich denken, daß die Richtung der psychischen Aufmerksamkeit auf einen psychischen Zustand letzteren bemerkbar machen kann. Nach Fechner hätte die Aufmerksamkeit gar kein Objekt, denn die Nerventätigkeit untersteht ganz und gar nicht unserer Aufmerksamkeit oder Wahrnehmung. Nun ist freilich wahr, daß die Aufmerksamkeit auf ein nicht existierendes Objekt gerichtet sein kann, wie wenn man auf ein wahrzunehmendes Geräusch mit gespitzten Ohren lauscht; aber dann besteht die Aufmerksamkeit in einer Entfernung der Hindernisse zum Wahrnehmen, in einer Zurechtstellung der Sinne behufs besserer Wahrnehmung und in einem Ausschlusse der Aufmerksamkeit selbst auf andere Dinge und in der damit zusammenhängenden Konzentration derselben; ganz anders ist es aber mit der Aufmerksamkeit, die wir auf eine Empfindung, etwa den Schmerz, richten; hier ist die Empfindung selbst Gegenstand der Aufmerksamkeit; dieselbe kann darum durch die Reflexion der Aufmerksamkeit gegenständlich werden, weil die Seele das wahrnehmen kann, was in ihr vorgeht, und darum kann die Aufmerksamkeit auch schwache Empfindungen in's Bewußtsein bringen, weil die Konzentration ihres Bewußtseins auch die leiseren Regungen der Seele wahrnehmen muß. Dabei kann es aber doch sein, daß wegen der Endlichkeit unserer aufmerkenden Kraft sehr leise Empfindungen nicht in's Bewußtsein kommen können.

Wir können bei Wiedererzeugung (Erneuerung) einer Wahrnehmung Züge und Umstände daran wahrnehmen, die uns bei der ursprünglichen Wahrnehmung nicht zum Bewußtsein kamen. Dieselben waren also damals schon in unsere Seele eingegangen; sonst könnten sie nicht reproduziert werden. Hier ist an eine Fortdauer der psychophysischen Tätigkeit nicht zu denken; denn dieselbe währt jedenfalls nicht Stunden, Tage, Wochen.

Höchstens könnte man sagen, die damals den nichtbeachteten Zügen

Digitized by Google

des Bildes entsprechende Nerventätigkeit würde durch die Reproduktion des Bildes durch Assoziation mitreproduziert und die wiedererweckte Nervenerregung werde jetzt in Empfindung umgesetzt. Jedoch ist eine Assoziation von Empfindungen, wie überhaupt von psychischen Zuständen, nicht aber von körperlichen Erregungen bekannt. Allerdings werden auch in den Nerven Tätigkeiten mitangeregt, wenn andere Nerven in Tätigkeit sind, aber diese sog. Reflexbewegungen unterliegen ganz bestimmten physiologischen Gesetzen, nicht aber den Zufälligkeiten assoziierter Wahrnehmungen oder der Züge eines Bildes. Wenn z. B. in dem Erinnerungsbilde einer Inschrift auch die Buchstaben wahrgenommen werden, welche an die bei der ersten Anschauung allein bewußt gesehenen anstoßen, so ist es ja doch nicht der mindeste physiologische Zusammenhang zwischen der Nervenerregung, welche die ersten und der, welche die zweiten Buchstaben veranlaßt haben; ein solcher wäre z. B. zwischen der mit Bewußtsein aufgefaßten Farbe und der im Nachbilde sie umgebenden oder auch ganz ersetzenden komplementären, von der nichts direkt wahrgenommen war.

Wenn uns auch in diesem Nachbilde von komplementärer Farbe wieder Einzelheiten des Bildes zum Bewußtsein kommen, die beim ersten Sehen nicht beachtet wurden, so müssen dieselben doch empfunden worden sein, sonst könnten sie nicht reproduziert werden; denn von selbst, kraft eines inneren oder physiologischen Zusammenhanges ihrer Nervenerregung, können sie bei ihrer Zufälligkeit im Bilde nicht wieder erzeugt werden.

Gäbe es keine unbewußten Empfindungen, so wäre es rein unmöglich, einen Schläfer zu wecken, oder einen Menschen in der Ohnmacht, Zerstreuung, Ekstase wieder zu sich zu bringen.

Die dazu gebrauchten Reizmittel wirken ja nicht mechanisch, sondern haben den Zweck, auf seine Empfindung zu wirken und dieselbe so zu verstärken, bis dieselbe zur bewußten wird. Wenn erst mit dem Bewußtsein die Empfindung wirklich würde, etwa dadurch, daß die während des Schlafes begonnene Nervenerregung noch fortdauert und nun in Empfindung umgesetzt würde, so hätte ihn die Nervenerregung geweckt. Nun aber gibt es für diese Erregung keinen andern Weg, auf die Seele zu wirken, als durch Empfindung, oder vielmehr die Einwirkung der Nerven auf die Seele bildet ein Element der Empfindung.

Daß das Wecken aber ein rein psychischer Vorgang ist, der durch die (unbewußte) Empfindung vermittelt wird, ergibt sich noch insbesondere daraus, daß selbst das Aufhören eines Reizes wecken kann, wie wenn der Müller den Gang der Mühle nicht mehr hört, wenn im Schlafe

Digitized by Google

marschierende Soldaten zum Stillstande gebracht werden, wenn der Schläfer in der Kirche die Predigt nicht mehr hört. Hier kann doch von einer Fortdauer der physischen Tätigkeit bis zum bewußten Zustande nicht die Rede sein, weil die eingetretene Nichterregung fortdauert. Noch weniger aber besteht die ihr vorangehende Erregung fort. Es muß also die Seele im Schlafe selbst von einem Unterschiede affiziert worden sein und den Unterschied empfunden haben.

Auch der Umstand, daß besonders solche Reize, welche für die Seele von geistiger Bedeutung oder von Interesse überhaupt sind, zu wecken imstande sind, weist auf einen psychischen Vorgang im Schlafe hin. Oder sollte die Mutter darum durch das Weinen ihres Kindes leichter, als durch das Heulen des heftigen Sturmwindes geweckt werden, weil ersteres ihre Nerven mehr reizt als letzteres?

Daß es die Seele ist, welche im Schlafe von dem Reize getroffen wird, und zu entsprechender Empfindung angeregt wird, zeigen auch die von den äußeren Reizen abhängigen *Träume*. Wenn wir durch Rosenduft im Zimmer zu Träumen von Rosen oder Blumen angeregt werden, so müssen wir doch nicht bloß die Rosen gerochen, sondern selbst unbewußt als Rosen aufgefaßt haben; denn einen unmittelbaren Einfluß der Reize auf die Phantasie wird doch niemand behaupten, es sei denn, er mache dieselbe zu einem *äußern* Sinn. Wenn ihr aber auch eine psychophysische Tätigkeit im Gehirn unterliegt, so kann dieselbe ihr doch nur Empfindungsmaterial, Farben, Gerüche usw. liefern. Wenn wir also nicht wirklich im Schlafe gerochen haben, so wäre dies immerhin phantastisch geschehen; nun aber können wir doch ganz gewiß ebenso gut unbewußt empfinden, als unbewußt phantasieren.

Beim Nachweis der Schwelle wurde gezeigt, daß gewisse schwache Reize einzeln keine (bewußte) Empfindungen erzeugen, wohl aber, wenn sie sich summieren, wie wenn man das Geräusch *einer* Raupe, den Klang *einer* fernen Glocke nicht hört, wohl aber von einer größeren Zahl zusammen.

Zur Erklärung dieser Erscheinung bieten sich im allgemeinen 3 Möglichkeiten dar: 1° Die äußeren Reize summieren sich außerhalb der Nerven und der so verstärkte Reiz kann eine Empfindung erzeugen. 2° Die Summierung geschieht erst im Nerven, so daß die nun verstärkte Nervenerregung eine Empfindung wecken kann. 3° Die Summierung findet erst innerhalb der Seele statt, d. h. die schwachen Einzeln-Empfindungen summieren sich so, daß sie sich ins Bewußtsein drängen.

Erstere Erklärung ist physikalisch, physiologisch und psychologisch unzulässig: denn, von unbedeutenden Interferenz-Erscheinungen abgesehen, pflanzen sich die Schallwellen einzeln ungestört neben und durch andere

Digitized by Google

Wellen hindurch fort. Sodann sind ja auch die Sinnes-Organe und besonders das Ohr so konstruiert, daß sie unterschiedene Wellen mit verschiedenen Teilen aufzunehmen imstande sind. Würden sich die Schallwellen vor dem Eintritt in das Organ zu einer Resultante komponieren, so hätten wir objektiv eine Empfindung, d. h. wir hörten einen einfachen Klang, was nicht der Fall ist, am allerwenigsten beim Raupengeräusch, da das Geräusch im Gegensatz zum Ton oder Klang gerade aus einer Mehrheit von Tönen sich zusammensetzt, deren Schwingungen nicht auf eine Periode zurückgeführt werden können.

Letzteres spricht auch gegen eine Einigung und Verstärkung der Töne innerhalb der psychophysischen Erregung, in dem Sinne, als wenn die einzelnen schwachen Empfindungen nicht gesondert empfunden würden. Dazu kommt aber, daß bei Annäherung an die Glocken jede einzelne in ihrem besonderen Klang wahrgenommen wird; also konnte auch jede einzeln gehört werden, als sie nur schwach unser Ohr reizte. Jedenfalls hat der aus den schwach tönenden Glocken erwachsene Ton einen besonderen Klang. Die Klangfarbe aber beruht darauf, daß nicht bloß ein (Grund-) Ton, sondern gleichzeitig eine Anzahl Obertöne mitgehört werden, wenn wir sie uns auch ohne künstliche Mittel (Resonatoren) nicht immer getrennt zum Bewußtsein bringen können.

Also bleibt uns nur die dritte Erklärung. Es nimmt die Seele die einzelnen schwachen Reize wahr, aber erst durch ihre Gesamtwahrnehmung wird das Bewußtsein von ihnen geweckt.

Zugleich aber ist die Tatsache von der Erzeugung der Klangfarbe durch die Obertöne sehr geeignet, den starken Auslassungen Fechner's gegen eine Empfindung, die man trotz der angestrengtesten Aufmerksamkeit nicht wahrzunehmen vermöchte, zu begegnen. Denn die angestrengteste Aufmerksamkeit läßt manche Obertöne nicht erkennen, nur die Anwendung von künstlichen Mitteln läßt sie stark heraushören. Jahrtausende haben die Menschen auf die Klangfarbe gehorcht und vermochten nicht den Klang in einzelne Tonempfindungen aufzulösen, bis erst die Wissenschaft die Tatsache nachwies. Weiß man nun einmal, daß Obertöne mitgehört werden, und stellt man sich dieselben vorher vor oder schlägt sie einzeln an einem Instrumente an, so kann Anstrengung und gespannte Aufmerksamkeit sie herausfinden, und dennoch bleiben gar manche namentlich für ungeübte Ohren immer verschlossen, während sie gleichzeitig von andern mitgehört werden, und wie sie bei diesen die besondere Klangfarbe des Tones bestimmen, so auch bei jenen, die den Eindruck desselben Klanges haben.

Ähnlich wie beim Gehör zeigen sich beim Gesicht eine Menge von Empfindungen, die ganz gewiß da sind, aber aus Mangel an

Digitized by Google

Aufmerksamkeit gewöhnlich übersehen werden; es sind dies die vielfachen subjektiven Erscheinungen bei den Gesichtswahrnehmungen. Durch einen natürlichen Trieb bestimmt, lernen wir unsere ganze Aufmerksamkeit auf die gesehenen Gegenstände selbst richten, und übersehen darum z. B. die fliegenden Mücken, den blinden Fleck, die Doppelbilder, welche regelmäßig von den Objekten erscheinen, welche vor oder hinter dem Fixationspunkte liegen. Daß dieselben aber auch unbewußt da sind, zeigt ja die Beobachtung ganz klar, wenn wir auf sie achten: sie entstehen da nicht, sondern wir finden sie vor.

Besonders lehrreich ist der sog. Wettstreit der Sehfelder beim binokularen Sehen. Bisweilen kommt es vor, daß die beiden Bilder eines Objektes der Vorstellung nicht jene Korrespondenz darbieten, daß sie dieselben zu einem Bilde in der Tiefenwahrnehmung verschmelzen könnte. Abwechselnd mit dem Doppelsehen entsteht sodann eine aufeinander folgende Wahrnehmung, bald der einen Seite des Objektes (entsprechend dem einen Auge), bald der andern Seite (entsprechend dem andern Auge). Nun ist klar, und Helmholtz weist es näher nach, daß es bloß von der Richtung der Aufmerksamkeit abhängt, ob das eine oder das andere Bild ins Bewußtsein tritt. An der gleichzeitigen Existenz des andern Bildes zu zweifeln wäre nicht nur, da alle Bedingungen zum Sehen mit dem entsprechenden Auge gegeben sind, ganz grundlos, sondern auch gegen die Tatsache, daß durch Anstrengung der Vorstellung doch eine Tiefenwahrnehmung erzielt werden kann. Zu der Tiefenwahrnehmung gehören aber wesentlich die zwei Bilder vom Objekte; denn unsere Augen können keine Körper, sondern nur Flächen sehen. Und gerade diese Tiefenwahrnehmung durch das Gesicht zeigt die Existenz der unbewußten Empfindungen auf das schlagendste. Den Körper mit seinen drei Dimensionen können wir durch elementare Gesichtswahrnehmung nicht sehen; was wir sehen, sind zwei Flächen, und doch ist es rein unmöglich, wenn wir die Vorstellung nicht in zwei Bilder auseinander gehen lassen, sich der zwei Flächenbilder bewußt zu werden.

Wenn es übrigens Tatsache ist, daß die Empfindungen sich um so stärker dem Bewußtsein kundgeben, je stärker sie selbst sind, manche so stark, daß die größte Anstrengung unsere Aufmerksamkeit davon nicht abzuwenden vermag, andere bloß so stark, daß wir sie durch (sehr interessante) anderweitige Geistesbeschäftigung aus dem Bewußtsein verlieren können, andere so schwach, daß wir sie nur durch gespannte Aufmerksamkeit gewahren, so sieht man doch leicht ein, daß es noch einen tieferen Grad geben kann, in dem alle Anstrengungen, sie ins Bewußtsein zu bringen, nutzlos sich erweisen. Jedenfalls sehe

Digitized by Google

ich nicht ein, was darin für eine besondere Unbegreiflichkeit liegen soll, wenn tatsächlich Empfindungen unbewußt und dann wieder bewußt werden können. Es muß doch etwas habitual in uns von den Empfindungen bleiben, die wir wieder reproduzieren können.

Wir können erstens unbewußte Empfindungen von bewußten unterscheiden, mußten sie also doch haben, und zweitens der Unterschied bewußter und von einander unterschiedener Empfindungen kann sich unserm Bewußtsein entziehen; also gibt es unbewußte Empfindungs-Unterschiede und konsequent unbewußte Empfindungen.

Wenn wir lange in verdorbener Luft uns aufgehalten haben, riechen und empfinden wir nichts mehr davon; sobald wir aber in frische Luft kommen, haben wir die Empfindung größerer Reinheit. Wenn wir längere Zeit an ein Geräusch gewöhnt werden, hören wir nichts mehr (bewußt), bemerken es aber, wenn größere Stille eintritt. Nun aber ist es der Seele schlechterdings unmöglich, einen Empfindungs-Unterschied zu gewahren, wenn sie die Empfindungen selbst nicht hat.

Was dagegen Fechner bemerkt, zeigt seine Ratlosigkeit erst im hellsten Lichte: Das Allgemein-Bewußtsein kann die Unterschieds-Empfindung haben, daß zum Erreichen des Nullpunktes der Empfindung im betreffenden Gebiete (Tongebiete, Geruchsgebiete) bei der Wirkung des einen mehr fehlt, als bei der andern. Das Allgemein-Bewußtsein nimmt doch nicht unmittelbar die Nerven-Erregung wahr, sondern nur Empfindungen, allgemeiner: psychische Zustände. „Daß also die Seele sich bewußt werde, es fehle noch etwas, damit der Nullpunkt der Empfindung erreicht werde", heißt soviel, als wir haben eine Empfindung, sie ist aber noch unter dem Punkte, um ins Bewußtsein zu treten.

Wenn bei der vorhergehenden Erscheinung die größere Feinheit unseres Bewußtseins für Unterschiede als für absolute Eindrücke geltend gemacht wird, so müßten ganz besonders zwei auch noch so wenig von einander unterschiedene bewußte Empfindungen in ihrer Unterschiedenheit aufgefaßt werden; da das aber nicht der Fall ist, so gibt es einen Empfindungs-Unterschied, der doch ganz gewiß auch nur wieder Empfindung sein kann, dessen wir uns nicht bewußt werden. Wenn dagegen Fechner bemerkt, es gehöre zur Wahrnehmung dieses Unterschieds ein neuer Akt mit seinen eigenen Vorbedingungen, so ist dieser neue Akt nichts anderes als ein Bewußtseinsakt, durch welchen jener Überschuß von Empfindungsstärke beachtet wird. Die einzige Vorbedingung ist das Vorhandensein einer Empfindung. Diese ist aber da, weil der Intensitäts-Empfindungs-Unterschied wieder nur eine Empfindung von bestimmter Intensität sein kann. Da also trotzdem das Bewußtsein davon fehlt, so gibt es unbewußte Empfindungen.

Digitized by Google

Noch triftiger ist diese unsere Entgegnung bei der Annahme vieler Autoren (Ulrici, Schneider, Delboeuf), daß alle Empfindungen nur Differenz-Empfindungen seien.

Besser ließe sich Fechner's Ansicht dadurch verteidigen, daß man die Unterschiedenheit der Empfindungsstärken in den betreffenden Fällen leugnet, womit das Bewußtsein von derselben von selbst wegfallen muß. Aber da wir ja die Stärke der Empfindungen durch ihre proportionalen Reize messen können, sind wir imstande, die größere Intensität der einen Empfindung vor der andern physikalisch zu bestimmen, und selbst aus Folgen und Wirkungen zweier Empfindungen läßt sich ermessen, welche von beiden die stärkere gewesen sein muß. So beruht ja die Methode der mittleren Fehler und die der richtigen und falschen Fälle auf der Möglichkeit, durch fortgesetzte Experimente zu finden, welches Gewicht z. B. schwerer gefühlt wird als das andere, obgleich im Einzelfalle uns nicht bewußt wird, welches schwerer wiegt.

Fechner gibt übrigens ausdrücklich zu, daß eine schwache, unbewußte Empfindung, zu einer bewußten hinzugefügt, diese verstärken könne.

Uns selbst bietet sich gegen die unbewußten Seelenzustände eine bedeutendere Schwierigkeit vom psychologischen Standpunkte aus dar. Wie ist es möglich, daß in der Seele etwas vorgehe, ohne daß sie dessen inne würde? Um etwas zu erkennen, bedarf es 1° der Fähigkeit, 2° eines proportionalen Objektes, 3° der Gegenwart des letzteren in der Fähigkeit. Alle drei Erfordernisse sind aber für die unbewußten Zustände gegeben. Denn wir haben 1° in dem innern Sinne eine fundamentale, ursprüngliche Anlage, sich alles dessen bewußt zu werden, was in unserer Seele vorgeht. 2° Das Objekt soll nach unserer Auffassung auch da sein, nämlich z. B. eine wirkliche, wenn auch schwache Empfindung, die als Akt der Seele mit ihr und ihrer Fähigkeit proportioniert und ihr wesensgleich ist. 3° Die Gegenwart dieses Objektes ist so innig, wie bei keinem andern äußeren Objekte, denn letzteres wird bloß in intentionaler Weise der Erkenntnis gegenwärtig, die Empfindungen haben aber eine physische Gegenwart in der Seele, ja es liegt sogar keine absolute Unmöglichkeit in der Annahme vieler, daß der innere Sinn gar nicht real von der direkten Wahrnehmung verschieden ist, sondern die Empfindung sich durch sich selbst der Seele kundgeben muß.

Dabei ist aber doch eine wesentliche Bedingung übersehen, nämlich daß die Porportionalität des Objektes mit der Fähigkeit nicht bloß qualitativ, sondern auch quantitativ verstanden werden muß. Denn wenn auch alle Bedingungen sonst gegeben sind, ist das Objekt

Digitized by Google

zu klein oder zu groß, so vermag es die Seele nicht zu erfassen. So ist Gottes Wesenheit wegen ihrer höchsten Immaterialität unserem immateriellen Erkenntnisprinzip qualitativ durchaus proportioniert und ihm innerlichst gegenwärtig, aber wegen seiner Unendlichkeit vermögen wir sie nicht in unserer Endlichkeit zu erfassen. Dieselbe Endlichkeit der Schärfe unserer Erkenntnis läßt uns auch Objekte nicht erkennen, die zu klein sind, um einen bestimmenden Einfluß, den doch jedes zu erkennende Objekt auf die Fähigkeit ausüben muß, merkbar auszuüben.

Dagegen erhebt sich aber von selbst der Einwand: Wenn der äußere Reiz stark genug war, um die groben Sinne zu einer Empfindung zu bestimmen, so soll doch wohl noch mehr die der Seele immanente Empfindung das viel feinere und immaterielle Bewußtsein zu entsprechender Tätigkeit anregen können.

Allerdings geht unsere vorstehende Abwehr in ihrer ganzen Kraft nur auf die unbewußten geistigen Zustände; von den sinnlichen ist insbesondere folgendes zu bemerken. 1° Die Reizstärke entspricht nicht der Empfindungsstärke, sondern ein stärkerer Reiz löst nach dem Weberschen Gesetze eine schwächere Empfindung aus. Daher kann es recht gut sein, daß noch eben eine sehr schwache Empfindung durch einen stärkeren Reiz entsteht, die aber so schwach ist, daß sie weit weniger Bestimmungskraft hat, als ihr Reiz. 2° Diese Abschwächung der Empfindung rührt offenbar daher, daß die eine lebendige Kraft des Reizes den materiellen Teil des Sinnesorganes und das psychische Prinzip erregen und vermittelst beider selbst noch das Bewußtsein erzeugen muß. Nun ist bekannt, daß die auf ein System von Kräften wirkende lebendige Kraft, etwa ein Stoß, um so schneller zur Ruhe kommt, d. h. um so weniger auf entferntere Teile des Systems die Erregung fortpflanzt, je schwächer sie selbst ist. Darum ist es leicht denkbar, daß ein schwacher Reiz zwar noch Empfindung, aber nicht mehr Bewußtsein erzeuge. 3° Eine faktische Unterlage erhält diese denkbare Möglichkeit durch die Beobachtung, daß das Bewußtsein an die Tätigkeit des Zentralorgans, des Gehirns, derart gebunden ist, daß kein Reiz, wenn er nicht bis zum Hirne fortgeleitet wird, eine bewußte Empfindung erzeugt. Wenn nun diese Leitung in abnormer Weise durch Störungen innerhalb der Leitungsdrähte der Nerven oder im Gehirne selbst durch Druck, Bluterguß (bei Schlaganfällen), aufgehoben wird, so muß auch bei ganz gesundem Nervensystem die lebendige Kraft des ursprünglichen Reizes, die sich über ein so kompliziertes System ausbreiten muß, immer mehr vernichtet werden, und wenn sie nicht stark genug ist, schon vor ihrem Eintritt ins Bewußtseinsorgan erlöschen. In diesem Sinne geben wir Bernstein vollständig Recht,

Digitized by Google

wenn er die Stärke der Empfindung durch die Menge der vom Reize erregten Nervenmoleküle messen und die Empfindung selbst durch die Vernichtung der lebendigen Kraft entstehen lassen will.

Die unbewußten Empfindungen als negative Empfindungen.

Aber durch alles dieses halten wir die Maßformel, welche die Empfindungsstärke in logarithmische Abhängigkeit von der Reizstärke setzt, $\gamma = k \log \frac{\beta}{b}$, durchaus nicht gefährdet, wenn auch Fechner nur darum sich so viele Mühe gibt, die unbewußten Empfindungen zu leugnen. Um nämlich jene Formel aus dem Weberschen Gesetze ableiten zu können, muß die Empfindung γ noch 0 sein, während der Reiz β schon einen endlichen Wert hat, und weiterhin führt die Formel unter der Voraussetzung, daß der Schwellenwert des Reizes b, d. h. derjenige endliche Wert des Reizes, der eben eine bewußte Empfindung herbeiführt, größer als ein gegebener Reiz β wird, zu negativen Werten der Empfindung. Es ist nämlich $\gamma = k (\log \beta - \log b)$; also für $\beta < b$ ist die Empfindungsstärke $= -\gamma$. Nun glaubt aber Fechner *negative* Empfindungen nicht anders deuten zu können, als fehlende Empfindungen. Dieses Fehlen kann aber größer oder kleiner sein, insofern der psychophysische Zustand mehr oder weniger weit von dem Punkte entfernt ist, bis an welchem die Empfindung wirklich wird. Darum polemisiert er so eingehend gegen die kleinen *positiven* Empfindungen. Aber man kann die schwachen, unbewußten und doch wirklichen Empfindungen recht wohl negative Empfindungen nennen, indem man die Negation auf das *Fehlen* des *Bewußtseins* bezieht. Die Stärke des Bewußtseins von einer Empfindung hat ebenso ihre Grade wie die (bewußte) Empfindung selbst, und diese Grade werden durch die positiven Werte der Formel dargestellt. Desgleichen kann eine schwache Empfindung mehr oder weniger von dem Punkte entfernt sein, wo sie ins Bewußtsein tritt, und diese verschiedenen Abstände von der Schwelle repräsentieren die verschiedenen negativen Werte von γ.

Dagegen wird man wohl einwenden, daß das Bewußtsein zwar Abstufungen der Klarheit oder auch der Intensität haben kann, daß dieselben aber nicht gerade der Stärke der Empfindungen entsprechen, da ja eine mäßig starke Empfindung ebenso klar vor dem Bewußtsein stehen kann, wie eine sehr starke, ja das Bewußtsein bei ziemlich starken Empfindungen ganz fehlen kann, wie in der Zerstreuung, im Schlafe usw. — Allerdings; darum müssen wir zur genaueren Bestimmung

Digitized by Google

der obigen Erklärung noch hinzufügen, daß wir die Bewußtseinsgrade bei gleicher Aufmerksamkeit nehmen müssen; denn bei gleicher Aufmerksamkeit tritt eine Empfindung um so stärker ins Bewußtsein, je stärker sie selbst ist, und darum können die positiven Werte der Empfindung den verschiedenen Grad der Stärke der bewußten Empfindungen ausdrücken. Und wenn man weiter zum Begriffe der negativen Zahl ein *Fehlen* einer Größe derselben Art verlangt, wie dieselbe Zahl mit positiven Vorzeichen sie darstellt, so trifft dies bei uns nicht weniger als bei Fechner zu; denn wie bei ihm die Empfindung fehlt, dafür aber ein positiver Nervenreiz da ist, so fehlt bei uns die bewußte Empfindung, während eine unbewußte, aber wirkliche Empfindung vorhanden ist. Und wie der absolute Wert des negativen γ bei ihm angibt, um wie viel die Nervenerregung noch wachsen muß, um eine Empfindung zu erzeugen, so gibt er bei uns an, um wieviel die unbewußte Empfindung noch wachsen muß, um bewußt zu werden.

Gewiß könnte das negative Vorzeichen noch andere Deutungen erfahren; es könnte z. B., wie andere es genommen, im Gegensatz zu Lustempfindungen die mit + zu behaften wären, Schmerzempfindungen, im Gegensatz zu Wärmeempfindungen (+) Kälteempfindungen, im Gegensatze zu Helligkeit Dunkelheits-Wahrnehmungen bezeichnen; wenn die Konsequenz eines mathematischen Ausdruckes dies fordert, so ist gar nichts dagegen einzuwenden; alle irgendwie *gegensätzlich* zu einander stehenden *Größen* können mit entgegengesetzten Vorzeichen behaftet werden. So wird die Zeitdauer *vor* einem Punkte negativ genommen, wenn die Zeit *darnach* positiv gefaßt ist und umgekehrt, die *Richtung* von einem Punkte aus wird negativ bezeichnet, wenn die entgegengesetzte positiv genommen ist, so daß zwei ganz gleiche Linien wie der Radius eines Kreises nach der einen Richtung als $\cos 0^\circ = 1$ ist, nach der gerade entgegengesetzten als $\cos 180^\circ = -1$ ist. Dieselbe Geldsumme wird als Besitz mit +, als Schulden mit — bezeichnet. Auch die Schuldsumme ist wie eine unter der Schwelle befindliche wirkliche Empfindung etwas Positives, und zwar derselben Gattung wie ihr Gegensatz; aber wie man dort bei — 100 Mark noch + 100 Mark hinzufügen muß, um 0 zu haben, so muß man bei $-\gamma$ Empfindungsstärke noch γ hinzufügen, um auf die Schwelle zu kommen.

Aber gerade von letzterem Gesichtspunkte aus wird von *Langer* gegen Fechner's und, wie es scheint, noch mehr gegen unsere Auffassung der negativen Empfindungen ein nach seinem Dafürhalten ganz fundamentales mathematisches Bedenken erhoben:

„Die negativen Empfindungswerte müssen unter allen Umständen

Digitized by Google

solche sein, die mit gleich großen positiven additiv verknüpft, den Wert 0 geben. Dies allein entspricht dem Begriffe des Gegensatzes des Positiven und Negativen. Dächte man sich einen endlichen Reiz, der die Empfindung γ hervorriefe, und einen andern Reiz, kleiner als der Schwellenwert, der die Empfindung $-\gamma$ hervorriefe, so müßte das gleichzeitige Wirken beider Reize die Empfindung 0 hervorrufen, wenn die Bezeichnung bestehen sollte. Bei allem und jedem Gegensatze kommt diese Betrachtungsweise zur Geltung, weil sie die Definition des Gegensatzes der positiven und negativen Größen ausmacht."

Dies ist sachlich und formell (mathematisch) falsch. Sachlich; denn z. B. 6° R. unter dem Gefrierpunkt geben mit 6° R. über demselben nicht einen vollständigen Mangel an Wärme, sondern einen Wärmegrad, der noch sehr hoch über dem absoluten Nullpunkt liegt; nur inbezug auf die darüber und darunter zu zählenden Grade ist er 0-Punkt. So ist die Schwelle 0-Punkt inbezug auf das Bewußtsein, darunter gibt es aber noch wirkliche Empfindungen. Rein mathematisch ist also die Sache nicht zu betrachten; höchstens muß $-\gamma + \gamma = 0$ sein, was niemand bezweifelt und den oben angegebenen Sinn hat. Auch muß der Wert von $-\gamma$ und der Wert von $+\gamma$ durch die Reizgrößen ausgedrückt $= 0$ sein. Da $\gamma = k \log \frac{\beta}{b}$, so wird man $-\gamma$ erhalten, wenn rechts steht $k \log \frac{b}{\beta}$; (denn $\gamma = k \log \beta - k \log b$); also $-\gamma = -k \log \beta + k \log b = k (\log b - \log \beta)$. Nun ist aber gewiß $k (\log b - \log \beta) + k (\log \beta - \log b) = 0$.

Mathematisch unrichtig ist aber, daß, wenn 2 Größen zusammen addiert 0 geben, auch die Summe der Funktionen, in denen dieselben vorkommen, 0 sein müsse. Denn nach obigem Beispiele ist $+1 = \cos 0°$, $-1 = \cos 180°$, und darum allerdings $\cos 0° + \cos 180° = 0$, nicht aber $\cos (180 + 0)° = 0$, sondern $= -1$.

Mathematische Ableitung der Maßformel.

Hering, Langer, Brentano haben gegen die Nachweise, welche Fechner zur Bewährung des Weberschen Gesetzes geltend gemacht, das Bedenken erhoben, die von ihm in Anspruch genommenen eben merklichen Unterschiede in der Empfindungsstärke könnten nicht, wie er getan, als alle gleich groß bezeichnet werden. Fechner erwidert darauf, daß er bei seinen Versuchen nach der Methode der eben merklichen Unterschiede darauf bedacht gewesen sei, gleich merkliche zu beurteilen, daß aber diese Methode nicht allein, sondern auch

Digitized by Google

noch zwei andere, welche dieses Bedenken nicht erregen könnten, das Webersche Gesetz bestätigten. Der weitere Einwand, daß gleich merkliche Unterschiedsempfindungen nicht identisch seien mit gleich starken, hat für uns gar keine Bedeutung, da wir unter dem positiven Werte der Empfindungsstärke den Grad der Merklichkeit der (bewußten) Empfindungen verstehen, negative aber gar nicht merklich sind. Fechner würde demselben bei seiner Fassung der negativen Empfindungen dann am einfachsten begegnen, wenn jene eben merklichen Unterschiede wirkliche Differenziale, unendlich kleine Größen, als welche er sie in der Rechnung behandelt, wären. Wir wollen, um die Ableitung keinesfalls jenem Bedenken zu unterwerfen, sie durch rein elementare Rechnungen vollziehen, und die Deduktion Fechner's vermittelst Infinitesimalrechnung nur eben anführen, wie er sie selbst gibt.

Er schickt zu diesem Zwecke ein mathematisches Hilfsprinzip voraus. Die beziehungsweisen Änderungen, Zuwüchse zweier von einander abhängigen kontinuierlichen Größen innerhalb eines Teils der Größen gehen einander merklich proportional, so lange sie sehr klein bleiben, mag auch der beziehungsweise Gang der Größen im ganzen oder nach größeren Teilen von dem Gesetze der Proportionalität abweichen. Logarithmen z. B. und zugehörige Zahlen schreiten einander nicht proportional vor, sondern wenn sich eine Zahl verzehnfacht, kann es sein, daß sich ihr Logarithmus erst verdoppelt, oder wenn sie 100mal größer wird, der Logarithmus der neuen Zahl erst 3mal so groß ist, als jener der ersten Zahl. Wenn man aber die 2 Differenzen dreier einander nahen Zahlen und die Differenzen der dazu gehörigen Logarithmen nimmt, so besteht annähernd Proportionalität zwischen den Differenzen der Zahlen und denen der Logarithmen. Sind z. B. die Zahlen n, n_1, n_2, und die dazugehörigen Logarithmen l, l_1, l_2, so ist unter obiger Voraussetzung zwar nicht $n : n_1 : n_2 = l : l_1 : l_2$, wohl aber $\frac{n_1 - n}{n_2 - n_1} = \frac{l_1 - l}{l_2 - l_1}$, mit welchem Satze die sog. Differenztäfelchen in den Logarithmentafeln berechnet sind.

Die Bewegung der Erde um die Sonne ist nicht gleichförmig, also die Zeit nicht einfach proportional dem zurückgelegten Weg: in der Sonnennähe wird in derselben Zeit ein größerer Raum durchlaufen, als in der Sonnenferne. Aber innerhalb eines Tages kann man annähernd einfache Proportionalität annehmen und in der Hälfte, dem Drittel, dem Viertel des Tages auch die Hälfte, $^1/_3$, $^1/_4$ des ganzen Tagweges der Erde durchlaufen sein lassen.

Das Licht, welches eine Fläche von einer Flamme erhält, steht nicht in einfachem Verhältnisse zum Abstande der Fläche von der

Digitized by Google

Flamme, sondern im quadratischen. Bei sehr kleinen Verrückungen der Entfernung der Lichtquelle läßt man aber die Abstände den Beleuchtungen einfach porportional gehen ꝛc.

So wissen wir nun aus dem Weber'schen Gesetze, daß die Empfindungsstärken den Reizstärken nicht einfach proportional gehen, sondern die Reize stärker wachsen müssen, als es die Empfindungen tun, d. h. daß ihr Verhältnis zu einander kleiner ist, als das Verhältnis der dazu gehörigen Reize; bei einfacher Proportionalität müßte aber dieses Verhältnis gleich sein. Welches aber immer das genauere mathematische Abhängigkeitsverhältnis zwischen beiden ist, bei sehr kleinen Differenzen der Reize und der dazu gehörigen Empfindungen können diese Differenzen einander einfach proportional gesetzt werden.

Seien die Reize β, β', β'' nur sehr wenig von einander unterschieden und darum noch weniger verschieden die dazu gehörigen Empfindungen γ, γ', γ'', so ist nicht $\frac{\beta''}{\beta'} = \frac{\beta'}{\beta} = \frac{\gamma''}{\gamma'} = \frac{\gamma'}{\gamma}$, wohl aber $\frac{\beta''-\beta'}{\beta'-\beta} = \frac{\gamma''-\gamma'}{\gamma'-\gamma}$; oder wenn man die sehr kleinen Reizunterschiede $d\beta$ und $d\beta'$, die entsprechenden Empfindungsunterschiede $d\gamma$ und $d\gamma'$ nennt: $\frac{d\beta'}{d\beta} = \frac{d\gamma'}{d\gamma}$. Um aber auch zugleich dem Weber'schen Gesetze einen mathemalischen Ausdruck zu geben, kann man von der Formel

$$d\gamma = \frac{K d\beta}{\beta}$$

ausgehen, in welcher die Empfindung $d\gamma$ konstant bleibt, wenn nur das Verhältnis der Reize $d\beta$ und β konstant ist, welchen absoluten Wert $d\beta$ und β selbst immer haben mögen. In der Tat mögen beide Größen einen Wert haben, welchen sie wollen, wenn beide mit derselben Zahl vermehrt werden: ihr Verhältnis bleibt dasselbe. K bezeichnet eine Konstante, die unabhängig ist von der Maßeinheit, welche für γ und β gewählt wird.

Nimmt man nun die sehr kleinen Zuwüchse $d\gamma$ der Empfindung und $d\beta$ des Reizes als unendlich kleine Größen, so haben wir an dieser Fundamentalformel eine Differenzialgleichung, die integriert werden muß, um die Beziehungen endlich großer Empfindungen daraus abzuleiten. Die Integration gibt, da das Differenzial vom natürlichen Logarithmus einer Zahl gleich dem Differenzial der Zahl dividiert durch die Zahl ist $\left(d \text{ log.nat. } x = \frac{dx}{x}\right)$

$$\gamma = K \text{ log.nat. } \beta + C, \qquad (1)$$

in welcher Formel noch die Integrationskonstante C zu bestimmen ist.

Digitized by Google

Ihren Wert kann man aus der Bedingung bestimmen, daß es einen endlichen Schwellenwert (b) des Reizes gibt, wo die Empfindung noch nicht da ist, oder verschwindet, = 0 ist. Dies liefert aus obiger Formel (1):

$$0 = K \text{ log.nat. } b + C.$$
$$C = - K \text{ log.nat. } b.$$

Dies in Gleichung (1) eingesetzt gibt

$$\gamma = K \text{ log.nat. } \beta - K \text{ log. nat. } b,$$
$$\gamma = K \text{ log.nat. } \frac{\beta}{b.}$$

Da nun der natürliche Logarithmus einer Zahl (mit der Basis 2,718 . .) gleich dem reziproken Werte vom Modulus (M) des natürlichen Logarithmensystems multipliziert mit dem Brigg'schen Logarithmus, oder

$$\text{log. nat.} = \frac{1}{M} \text{log.}$$

ist, so kann man für obige Formel setzen:

$$\gamma = \frac{K}{M} \log \frac{\beta}{b}$$

oder $\frac{K}{M}$, was auch eine Konstante ist, = k gesetzt:

$$\gamma = k \log \frac{\beta}{b.} \qquad (2)$$

Nun kann man als Empfindungseinheit diejenige Stärke der Empfindung nehmen, welche entsteht, wenn ein Reiz von der Stärke der Basis des genommenen Logarithmensystems sie erzeugt. Diese Basis (10 oder 2,718) sei allgemein a; wenn sie in der Formel als Reiz auftritt $\left(a = \frac{\beta}{b}\right)$, so hat man die Empfindungseinheit $\gamma = 1$.

Also $$1 = k \log a$$

$$\text{und } k = \frac{1}{\log a},$$

dies in Formel (2) eingesetzt gibt

$$\gamma = \frac{1}{\log a} \log \frac{\beta}{b}.$$

Da nun der Logarithmus der Basis eines jeden Systemes = 1 ist, z. B. log vulg 10 = 1, log. nat e = 1, so ist loga = 1, und $\frac{1}{\log a} = 1$.

Digitized by Google

Zugleich aber kann man den Schwellenwert des Reizes als Reizeinheit nehmen, also $b = 1$, und man hat:

$$\gamma = \log\beta.$$

Die Stärke der Empfindung ist gleich dem Logarithmus des Reizes, unter der Voraussetzung, daß die Basis des Logarithmen als Reizeinheit und die dadurch erzeugte Empfindungsstärke als Empfindungseinheit genommen wird.

Umgekehrt kann man nun aus der Empfindungsstärke die entsprechende Reizstärke ableiten. Nämlich:

$$\beta = b\, a^{\frac{\gamma}{k}},$$

denn logarithmiert man beiderseits, so erhält man wieder

$$\log\beta = \log b + \frac{\gamma}{k}\log a$$

$$\log\beta - \log b = \frac{\gamma}{k}\log a$$

$$\log\frac{\beta}{b} = \frac{\gamma}{k}\log a$$

$$k\log\frac{\beta}{b} = \gamma\log a,$$

und da $\log a = 1$ ist:

$$\gamma = k\log\frac{\beta}{b}.$$

Unter Wahl der obigen Maßeinheiten geht dann

$$\beta = b\, a^{\frac{\gamma}{k}}$$

über in $$\beta = a^{\gamma}.$$

Für Leser, welche mit der höheren Analysis nicht vertraut sind, geben wir eine Ableitung der Formel mit Hilfe der algebraischen Analysis.

Nach dem Weber'schen Gesetze bleibt der Unterschied zweier Empfindungen konstant, wenn das (geometrische) Verhältnis der dazu gehörigen Reize dasselbe bleibt. Empfindungsstärke und Reizstärke stehen also in einer solchen (funktionellen) Abhängigkeit von einander, daß die Differenz zweier Empfindungen eine Funktion[1]) des Quotienten

1) Unter Funktion einer (veränderlichen) Zahl versteht man die Rechenoperation, welche mit ihr vorgenommen werden soll, oder einen algebraischen Ausdruck, in welcher die Zahl vorkommt. So sind a^x, x^a, $\sqrt[a]{x}$, $\log x$ 2c. Funktionen von x, geschrieben $f(x)$; mit der Zahl ändert sich auch die Funktion und darum sind beide zwei von einander abhängige Variabeln.

Digitized by Google

der zwei entsprechenden Reize ist und umgekehrt. Also, wenn die Reize β, β' die Empfindungen γ, γ' erzeugen:

$$\gamma - \gamma' = f\left(\frac{\beta}{\beta'}\right) \qquad (1)$$

$$\gamma' - \gamma = f\left(\frac{\beta'}{\beta}\right) \qquad (2)$$

Nach dem Schwellengesetz ist aber für $\gamma' = 0$, β' noch endlich groß $= b$, dem Schwellenwerte des Reizes, und dies in Gleichung (1) substituiert gibt

$$\gamma = f\left(\frac{\beta}{b}\right) \qquad (3)$$

Desgleichen erhält man aus (2), wenn $\gamma = 0$ und $\beta = b$ wird:

$$\gamma' = f\left(\frac{\beta'}{b}\right) \qquad (4)$$

Subtrahiert man Gleichung (4) von (3), wodurch wieder eine richtige Gleichung entsteht, so ist:

$$\gamma - \gamma' = f\left(\frac{\beta}{b}\right) - f\left(\frac{\beta'}{b}\right) \qquad (5)$$

Nun ist aber nach (1) $\gamma - \gamma' = f\left(\frac{\beta}{\beta'}\right)$; dies in (5) substituiert gibt:

$$f\left(\frac{\beta}{\beta'}\right) = f\left(\frac{\beta}{b}\right) - f\left(\frac{\beta'}{b}\right) \qquad (6)$$

Schon daraus läßt sich ersehen, daß die gesuchte Funktion der Logarithmus ist, wenigstens genügt er der Gleichung. Denn der Logarithmus eines Quotienten ist gleich der Differenz der Logarithmen von Dividend und Divisor. Also $\log \frac{\beta}{\beta'} = \log \beta - \log \beta'$. Und rechts hat man $\log \beta - \log b - (\log \beta' - \log b) = \log \beta - \log b - \log \beta' + \log b = \log \beta - \log \beta'$, links.

Indem man in (6) den negativen Summanden rechts additiv nach links bringt, erhält man folgende Bedingungsgleichung:

$$f\left(\frac{\beta}{b}\right) = f\left(\frac{\beta}{\beta'}\right) + f\left(\frac{\beta'}{b}\right) \qquad (7)$$

Setzt man nun, um den Ausdruck mehr auf die Form analytischer Bedingungsgleichung zu bringen $\frac{\beta}{\beta'} = x$, $\frac{\beta'}{b} = y$, so ist

Digitized by Google

$\frac{\beta}{b} = x\ y = \frac{\beta}{\beta'}\frac{\beta'}{b}$. Darnach geht (7) über in

$$f(xy) = f(x) + f(y). \qquad (8)$$

Nun kann niemandem selbst beim ersten Anblicke zweifelhaft sein, welche Funktion es ist, welche, statt sie vom Produkt zu nehmen, von den einzelnen Faktoren genommen werden kann, um diese Funktionen zu einander zu addieren. Der Logarithmus eines Produktes ist gleich der Summe der Logarithmen der einzelnen Faktoren. Höchstens könnte man an Exponenten einer Potenz denken, da $a^{x+y} = a^x . a^y$; aber Logarithmen sind eben Exponenten einer Potenz, deren aller Dignand die Basis des Logarithmensystems ist. Der Logarithmus ist ja nach Definition die Zahl, mit der die Basis potenziert den Logarithmanden gibt.

Durch Rechnung gelangen wir in folgender Weise zum Logarithmus. Wenn $f(x\,y) = f(x) + f(y)$ sein soll, so muß aus gleichem Grunde

$$f(xyz) = f(x) + f(y) + f(z)$$
$$f(xyzu) = f(x) + f(y) + f(z) + f(u)$$
$$f(xyzu \ldots \alpha) = f(x) + f(y) + f(z) + f(u) + \ldots f(\alpha)$$

sein.

Nehmen wir nun alle Variabeln, d. h. beliebige Größen einander gleich und $= \alpha$, so erhalten wir

$$f(\alpha\,\alpha\,\alpha\,\alpha \ldots \alpha) = f(\alpha) + f(\alpha) + f(\alpha) + f(\alpha) + \ldots f(\alpha).$$

Nimmt man die Zahl der Variabeln $= m$, so gibt dies

$$f(\alpha^m) = m\, f(\alpha). \qquad (9)$$

Dieser Ausdruck weist wieder auf den Logarithmus als die unbekannte Funktion hin; denn bekanntlich ist der Logarithmus einer Potenz gleich dem Produkte aus dem Exponenten der Potenz und dem Logarithmus ihres Dignanden.

Die Gleichung (9) enthält zwei beliebig zu wählende Größen, α und m; sie wird aber immer noch eine Beziehung zwischen beliebigen Größen darstellen, wenn man eine von den beiden (α) konstant, d. h. unveränderlich nimmt; man braucht ja darnach nur m alle möglichen Werte (wenigstens) im Gebiete der ganzen Zahlen durchlaufen zu lassen, und α^m, sowie $f(\alpha)$ werden alle möglichen Werte annehmen. Setzt man somit einmal α gleich der konstanten a, so geht (9) über in

$$f(a^m) = m\, f(a).$$

Da nun a^m wegen der Veränderlichkeit (= beliebigen Größe) von m alle möglichen Werte haben kann, so mag man es auch einmal $= x$ setzen.

Digitized by Google

Wenn aber $a^m = x$, so ist $m = \overset{a}{\log} x$. Denn der Logarithmus ist die Zahl, mit der die Basis (a) des Systemes potenziert den Logarithmanden (m) gibt. Somit haben wir $f(x) = \overset{a}{\log} x \, f(a)$.

f (a) kann als Konstante mit k bezeichnet werden, freilich in anderm Sinne, als das konstante k in der obigen Differenzialformel.

Darnach ist
$$f(x) = k \overset{a}{\log} x \qquad (10)$$
$$f(y) = k \overset{a}{\log} y \qquad (11)$$
$$f(xy) = k \overset{a}{\log} (xy). \qquad (12)$$

Daß die Ableitung zutreffend ist, d. h. der Bestimmungsgleichung (8) durch das Resultat genügt wird, ergibt sich, wenn man Gleichung (10) und (11) zu einander addiert, wodurch man erhält:
$$f(x) + f(y) = k \left(\overset{a}{\log} x + \overset{a}{\log} y \right) \qquad (13)$$
Nun aber ist $\log (xy) = \log x + \log y \qquad (14)$
$$k \log (xy) = k (\log x + \log y) \qquad (15)$$
Substituiert man diesen Wert in (18), so erhält man
$$f(x) + f(y) = k \overset{a}{\log} (xy) \qquad (16)$$

Nach (12) ist aber $k \overset{a}{\log} (xy) = f(xy)$. Dies in (16) substituiert gibt $f(x) + f(y) = f(xy). \qquad (17)$

Die logarithmische Funktion also ist es, welche durch die Gleichung (17) gefordert wird. Dies ist aber dieselbe, welche den Ausdruck des Weber'schen Gesetzes und der Tatsache der Schwelle enthält, nämlich
$$f\left(\frac{\beta}{b}\right) = f\left(\frac{\beta}{\beta'}\right) + f\left(\frac{\beta'}{b}\right).$$

Also müssen Reiz und Empfindung in logarithmischer Abhängigkeit zu einander stehen, wenn zwischen beiden jene Beziehung bestehen soll, welcher das Weber'sche Gesetz und die Tatsache der Schwelle entsprechen.

Auch ohne Rechnung läßt sich die logarithmische Abhängigkeit der Empfindungsstärke von der Reizstärke leicht einsehen.

a. Nach dem Weber'schen Gesetze wachsen die Empfindungen um ein Gleiches, nicht wenn die Reize um ein Gleiches zunehmen, sondern wenn sie in gleichem Verhältnisse zunehmen; also wenn z. B. die Empfindungen immer um 1 wachsen und so der Reihe nach die Werte

Digitized by Google

1, 2, 3, 4 annehmen sollen, so muß der Reiz etwa 10, welcher die Empfindung 1 erzeugt, auf 100, der 3 erzeugt, auf 1000, der 4, auf 10,000 ꝛc. steigen. Denn $^{100}/_{10} = {}^{1000}/_{100} = {}^{10000}/_{1000}$ ꝛc. Mit andern Worten: die Empfindungen stehen in einer arithmetischen Reihe, wenn die Reize eine geometrische bilden. Dies ist aber gerade das Verhalten der Logarithmen zu ihren Zahlen; so in unserm Beispiele ist

$$\log 10 = 1,$$
$$\log 100 = 2,$$
$$\log 1000 = 3,$$
$$\log 10000 = 4 \text{ ꝛc.}$$

unter der Voraussetzung Brigg'scher Logarithmen, deren Basis 10 ist.

Ein Blick auf die Logarithmentafel zeigt, daß, wenn die Zahl 10 um 1 wächst, der Zuwachs des Logarithmus genau derselbe, nämlich 0,0413927 ist, wie wenn 1000 um 10, 1000 um 100, 10000 um 1000 ꝛc. wächst, nämlich immer im Verhältnisse von $^1/_{10} = {}^{10}/_{100}$, $^{100}/_{1000} = {}^{1000}/_{10000}$ ꝛc. Denn $\log 10 = 1$

$$\log 11 = 1{,}0413927$$

$\log 100 = 2$ $\log 1000 = 3$

$\log 110 = 2{,}0413927$ $\log 1100 = 3{,}04\ldots$

b. Dem Logarithmus ist es eigen, daß er $= 0$ ist, während seine Zahl noch einen endlichen Wert hat: $\log 1 = 0$. Dies trifft bei andern Funktionen nicht zu; denn damit z. B. $0 = \sqrt{x}$ sei, muß x selbst $= 0$ sein, desgleichen, damit $x^a = 0$ oder $a\,x$ oder $\frac{x}{a}$ zu Null werden.

Nun aber liegt es gerade in der Tatsache der Schwelle, daß bei $\gamma = 0$, b noch einen endlich großen Wert hat.

c. Es bedürfen auch die tatsächlichen, unbewußten Empfindungen, die dieselbe Abhängigkeit vom Reize haben, wie die bewußten, und derselben Größenveränderung fähig sind wie diese, in der Maßformel eine mathematische Darstellung durch das negative Vorzeichen. Nun ist aber bekannt, daß der Logarithmus eines Bruches, der kleiner als 1 ist, negativ wird; wenn also die Empfindung unter den Schwellenwert fällt, so ist der Reiz durch einen echten Bruch $\left(\frac{\beta}{b}\right)$ darzustellen.

d. Als Folgerung aus dem Weber'schen Gesetze, sowie auch aus direkten Beobachtungen ergibt sich, daß eine Vermehrung des Reizes um so weniger Vermehrung der Empfindung gibt, je höher der Reiz ist, zu dem er als Vermehrung hinzutritt. Dies ist eine so auffallende Tatsache, daß man z. B. bei sehr hohen Kälte- und Wärmegraden

Digitized by Google

die schon auf die Haut wirken, kaum eine Steigerung der Wärme- oder Kälte-Empfindung durch Hinzufügung von neuer Hitze oder Kälte erzielen kann, wenn nicht diese Vermehrung eine sehr beträchtliche ist. Dasselbe ist bekannt von der Helligkeits-, Schmerz- und anderen Empfindungen. Dasselbe Verhalten findet sich aber auch zwischen großen Zahlen und deren Logarithmen. Fügt man zu einer kleinen Zahl eine andere (kleine) Z hinzu, so ist der Logarithmus dieser neuen Zahl um ein Beträchtliches größer, als der Logarithmus derjenigen, welche den Zuwachs erhält. Fügt man aber dasselbe Z zu einer sehr großen Zahl, so ist der Logarithmus dieser vergrößerten Zahl weit weniger im Verhältnisse zu dem Logarithmus der unvermehrten Zahl gewachsen, als im ersten Falle bei der kleinen Zahl. Fügt man z. B. zu 2 die Zahl 2, so wächst der Logarithmus von 0,30103 (= log 2) auf 0,60206 (= log 4), d. h. er verdoppelt sich, wächst um 0,30103. Fügt man aber 2 zu 20, so wächst der Logarithmus von 1,30103 (= log 20) zu 1,34242 (= log 22), also nur um 0,04139, er ist ungefähr $^2/_{15}$ mal größer. Fügt man 2 zu 20000, so ist der Logarithmus der neuen Zahl (log 20002 =) 4,30107, der Logarithmus von 20000 = 4,30103; also der Unterschied beider nur 0,00004 ꝛc.

Da also alle bedeutsamen Beziehungen zwischen Reiz und Empfindung in den mathematischen Beziehungen zwischen einer Zahl und ihrem Logarithmus sich wiederfinden, so kann nur die logarithmische Abhängigkeit den funktionellen Zusammenhang zwischen Reiz und Empfindung darstellen: wenigstens genügt diese Funktion den verschiedenen Bedingungsgleichungen, und darum ist sie allein zulässig, 1° weil es nicht möglich ist, daß mehrere Funktionen in so vielen Eigenschaften übereinstimmen. 2° weil man auch bei den exaktesten Rechnungen diejenige Funktion als mathematischen Ausdruck eines Gesetzes annimmt, welche den verschiedenen aus den näheren Umständen des Gesetzes abgeleiteten Bestimmungsgleichungen „genügt".

Hierbei wollen wir uns aber auch eine Verschiedenheit nicht verhehlen, welche zwischen dem Verhalten des Reizes zur Empfindung und der Zahl zu ihrem Logarithmus obwaltet. Nach dem oben besprochenen mathematischen Hilfsprinzip gehen Zahlenzuwüchse und Logarithmenzuwüchse einander einfach proportional, wenn die Zuwüchse (Differenzen) sehr klein sind. Aber dies gilt nicht bei allen Zahlen und Logarithmen in gleichem Maße, wie Fechner meint, sondern dieser Satz wird mathematisch nur für sehr große und aneinander liegende Zahlen bewiesen. Die Differenzen zweier sehr großer, aber sehr wenig von einander verschiedener Zahlen verhalten sich einfach wie die Differenzen ihrer Logarithmen.

Digitized by Google

Nun lehrt aber schon eine oberflächliche Erfahrung, daß bei sehr starken Reizen die Empfindungen den Reizen am wenigsten proportional gehen. Denn wie bei niederen Reizen ohne exakte Beobachtung schwer die Abweichung von der einfachen Porportionalität mit den Empfindungen konstatiert wird, so ist es augenfällig, daß man bei heftigen Reizen keine entsprechende Empfindungsstärke durch Reizverstärkung erhält. Während also die Logarithmen um so mehr ihren Zahlen proportional wachsen, je höher letztere steigen, werden die Empfindungen um so weniger ihren Reizen proportional gesteigert, je stärker letztere werden. Darin scheint doch nicht eine bloße obere Abweichung vom Weber'schen Gesetze, sondern eine fundamentale Tatsache enthalten zu sein, die sich nur durch teleologische Erwägungen über die Einrichtung unserer Organe und aus psychologischem Grunde erklären läßt, wie wir sie bereits oben angedeutet haben.

Parallelgesetz zum Weber'schen Gesetze.

Nach dem Gesagten wird es genügen, dasselbe hier her zu setzen, um sogleich einzusehen, was Fechner damit bezeichnen will, und daß es keiner besonderen Begründung mehr bedarf:

„Wenn sich die Empfindlichkeit für zwei Reize in gleichem Verhältnisse ändert, bleibt sich doch die Empfindung ihres Unterschiedes gleich".

Oder: „Wenn zwei Reize beide schwächer oder stärker empfunden werden als früher, so erscheint doch ihr Unterschied eben so groß, als vorher für die Empfindung, wenn man beide Reize in demselben Verhältnisse abändern müßte, um die frühere absolute Stärke der Empfindung durch beide zu erhalten".

Mathematisch läßt sich dieses so dartun:

$$\gamma = k \log \frac{\beta}{b}$$

$$\gamma_{,} = k \log \frac{\beta'}{b}$$

Also der Unterschied: $\gamma - \gamma' = k \left(\log \frac{\beta}{b} - \log \frac{\beta'}{b} \right)$

$= k \log \frac{\beta}{\beta'}$

Ändert sich nun die Empfindlichkeit, d. h. wird der Schwellenreiz verändert, etwa in nb, so hat man $\gamma - \gamma' = k \left(\log \frac{\beta}{nb} - \log \frac{\beta'}{nb} \right)$

$= k \log \frac{\beta}{\beta'}$ wie oben.

Digitized by Google

Der Kardinalpunkt der Empfindung.

Legt man die so gefundene Maßformel zugrunde, so kann man die Abhängigkeit des Ganges der Empfindungsstärke von dem Gange der Reizstärke wie im ganzen so im einzelnen mit mathematischer Schärfe verfolgen. Da treten denn aus der stetigen Aufeinanderfolge einige ausgezeichnete Punkte heraus, von denen der Kardinalpunkt, bei welchem der Reiz sein Maximum an Empfindung leistet, besondere Beachtung verdient. Läßt man in der Formel

$$\gamma = k \log \frac{\beta}{b} = k \ (\log \beta - \log b)$$

oder nach den gegebenen Bestimmungen $\gamma = k \log \beta$ den Reiz mit 0 beginnen, so erhalten wir da $\log 0 = -\infty$ ist,

$$\gamma = -\infty,$$

d. h. die Empfindung befindet sich im absoluten, größtmöglichen Unbewußtsein. Das tiefste Unbewußtsein von Empfindung ist aber Empfindungslosigkeit, die entweder aus einer völligen Untauglichkeit des Organes (Blindheit, Taubheit, Anästhesie, Tod), oder aus einem gänzlichen Mangel an Reiz resultieren kann. Freilich ist letzteres bloß möglich, wenn jeder äußere oder innere Reiz entfernt ist; da aber dieses kaum je der Fall ist, so werden wir später eine etwas genauere Formel von Delboeuf, die auch den inneren Reiz berücksichtigt, um eine genaue Repräsentation des Nullpunktes des Reizes zu erhalten, anführen. Läßt man nun weiter den Reiz β alle Werte von 0 bis 1 durchlaufen, so erhält man die negativen Empfindungen, da der Logarithmus eines echten Bruches negativ ist; erst wenn der Reiz $= 1$ ist, tritt die Empfindung von der Stärke 0 ein.

Dieses Ergebnis scheint in unserer Auffassung, daß das Vorzeichen auf das Bewußtsein von der Empfindung gehe, und der absolute Wert die Intensität der Empfindung (sei sie bewußt oder unbewußt) bezeichne, keine rechte Erklärung zu finden, da ja auch in diesem Falle nach uns Empfindung vorhanden ist und zwar noch mehr als bei den negativen Werten. — Aber ganz dasselbe gilt von allen Grenzpunkten, die obgleich etwas Positives, doch als Indifferenzpunkte zwischen entgegengesetzten positiven und negativen Werten liegen. So ist auch der 0° des Thermometers ein bestimmter Wärmegrad, und ein höherer, als die darunterbefindlichen Kältegrade; wenn man aber einmal von diesem Punkte an die über dem Schmelzpunkte des Eises liegenden Wärmegrade zählen will, so muß er selbst mit 0, die darunter liegenden mit negativen Werten bezeichnet werden. Ganz dasselbe gilt von dem 0-Werte der Empfindung, dessen praktische Bedeutung aber auch sehr leicht zu

Digitized by Google

verstehen ist; nämlich tatsächlich wird er schwerlich einmal vorkommen, da nur durch seltenen Zufall der Reiz einmal mit seinem Schwellenwerte wirken wird. Kommt er aber vor, dann wird er für das Bewußtsein dieselbe Bedeutung haben, wie ein negativer Wert. Ideell hat dieser Wert aber die Bedeutung, daß man nur den kleinsten endlichen Wert von Empfindung hinzuzufügen braucht, damit sie ins Bewußtsein trete, während die noch darunterliegenden negativen Werte erst um bestimmte endliche Größen vermehrt werden müssen, um zu 0 zu kommen.

Auf der Stelle der Reizverstärkung, wo sie die Empfindung von 0 auf den ersten niedrigsten Grad der bewußten Empfindungsstärke hebt, kann man (ideell) die Reizleistung unendlich groß nennen. Denn damit eine Empfindung wenn auch nur eben bewußt werde, so muß sie sich in ihrer Bewußtseinsstärke um einen endlichen Abstand über das Bewußtsein erheben. Jede endliche Größe ist aber unendlichemal größer als 0; also leistet der Reiz, der die eben merkliche Empfindung erzeugt, unendlichemal mehr, als der nächst schwächere Reiz: die Reizleistung wächst mit unendlicher Schnelligkeit. oder der Reiz braucht unendlichemal weniger zu wachsen, als die von ihm ausgelöste Empfindung, die Empfindung nimmt verhältnismäßig zu ihrem Reize unendlichemal mehr zu.

Ganz umgekehrt verhält es sich bei höheren Reizgraden, welche wegen Unfähigkeit des Organes nicht mehr im Verhältnisse ihrer Steigerung (bewußt) empfunden werden und schließlich trotz aller Steigerung keine stärkere, bewußte Empfindung zu erzeugen vermögen.

Da also hier bei endlichen Reizzuwüchsen die Empfindungen unendlich wenig wachsen, so ist die Leistungsfähigkeit des gesteigerten Reizes unendlich klein.

Zwischen beiden Grenzfällen, dem einen, wo die Empfindung unendlich schneller, und dem andern, wo sie unendlich langsamer als ihr Reiz wächst, läßt sich nach Analogie anderer stetigen, in Abhängigkeit von einander sich ändernden Größen (Variabeln), erwarten, daß vom ersten Grenzpunkte aus die Empfindung an Intensität immer langsamer zunimmt als ihr Reiz, und vom letzteren aus nach ersterem hin der Reiz immer mehr an Leistungsfähigkeit zunimmt. Zwischen beiden Stellen, an welchen die Empfindung hinter dem Reizzuwuchs zurückbleibt, und dem, wo sie schneller wächst als der Reiz, muß (bei stetiger Veränderung) ein Übergangspunkt liegen, wo sie in gleichem Verhältnisse ab- und zunehmen. Dieser Wendepunkt ist zugleich der Punkt der größten Leistungsfähigkeit des Reizes, der Kardinalpunkt, denn bis zu ihm nahm von unten die Empfindungsstärke im

Digitized by Google

Vergleich zum Reize immer mehr ab, und bis zu ihm nahm dieselbe oben immer mehr zu; also erreicht sie in ihm ihren Gipfelpunkt. Um nun zu finden, wie stark der Reiz auf diesem Punkte sein muß, so braucht man nur das Verhältnis von $\frac{\gamma}{\beta}$ als eine Konstante, was es bei dem ganz bestimmten Maximalwerte ist, zu setzen. Das Differenzial einer Konstante ist aber $= 0$. Also hat man, wenn man für γ seinen Wert $\log \beta$ in den Quotienten einsetzt $d \frac{\log \beta}{\beta} = 0$, woraus $\beta = e = 2{,}718$ sich ergibt.

Wenn also der Reiz 2,718 mal stärker ist als da, wo er die erste merkliche Empfindung erzeugt, ändert er sich kurze Zeit proportional mit der Empfindung und leistet zugleich relativ am meisten. Natürlich muß für jedes Organ dieser Kardinalpunkt ein anderer sein; denn der Reiz für diesen Punkt muß $=$ e. b sein; b, der Schwellenwert des Reizes, aber ist für die verschiedenen Organe sehr verschieden, wie wir sahen.

Hypothesen über das Wesen der psychophysischen Tätigkeit.

1. Eine sehr beachtenswerte Erklärung des psychophysischen Prozesses gibt Delboeuf. Die Grundzüge seiner in verschiedenen Schriften dargelegten Theorie, welche auf einer nie vorher recht begriffenen Grunderscheinung, daß fortgesetzter Reiz das Organ abstumpft, basiert, sind folgende: Die Moleküle der Sinnesnerven befinden sich auch ohne Reiz in oszillatorischer Tätigkeit, deren normale Größe p keine Empfindung zu wecken vermag. Kommt aber ein Reiz p′ von außen, so suchen sich die äußeren und inneren Oszillationen ins Gleichgewicht zu setzen, und nur so lange als diese Unruhe dauert, findet Empfindung statt; ist das Gleichgewicht wieder hergestellt, so erlischt die Empfindung, bis ein neuer Reiz von außen es stört. Daher die Erscheinung, daß die Empfindung sich nicht zeigt, so lange der Reiz nach längerem Einwirken sich nicht ändert. Darum ist als eigentlicher empfindungserzeugender Reiz der Überschuß des äußeren Reizes über den innern (im Sinne eines geometrischen Verhältnisses) anzusehen, und sachlich identisch, wenn auch formell von unserer Maßformel verschieden, ist die daraus abgeleitete Gleichung zwischen Reiz und Empfindung

$$\gamma = \log \frac{p'}{p}.$$

Digitized by Google

Die aus dieser Formel sich ergebenden negativen Empfindungen für $p > p'$ bezeichnet er nicht als unbewußte, sondern als qualitativ gegensätzliche: Kälte gegenüber der Wärme, Dunkelheit im Vergleich zu Licht. Ob dies triftig ist, wollen wir dahin gestellt sein lassen; sie stößt aber nicht unsere Auffassung von negativen Empfindungen um.

Genauer bestimmt er in einer neueren Schrift den Vorgang auf folgende Weise: Die Nervenmoleküle haben jedes eine ihm im natürlichen Zustande angemessene Gleichgewichtslage, um welche sie schwingen. Auch die äußeren Reize sind im allgemeinen als Schwingungen zu fassen, wie dies bei Schall, Licht, Wärme physikalisch feststeht. Unter dem Einflusse des mit p' bezeichneten Kraftreizes ändert sich der innere Schwingungszustand und die Lage der Moleküle so lange, bis $p = p'$ geworden ist, und der Widerstand, den die aus ihrer Gleichgewichtslage entfernten Teilchen je länger, je stärker dem äußeren Reiz entgegenstellen, mit diesem selbst sich ins Gleichgewicht gesetzt hat. Dieses Gleichgewicht ist aber nicht dasselbe wie das natürliche, wo sich das Organ unter keinem Reize befindet. Beide Zustände sind Spannungszustände; aber ohne Einwirkung des Reizes ist die Spannung der Nerven einer Saite vergleichbar, die auf einer Violine gespannt in ihrer natürlichen Gleichgewichtslage sich befindet. Im Zustande der Reizung aber, welche sich mit der inneren Erregung ins Gleichgewicht gesetzt hat, ist sie mit einer außerhalb ihrer Gleichgewichtslage gehaltenen Saite zu vergleichen, die ebenso wenig einen Ton gibt, als die grabgespannte Saite. Die Zeit, welche verfließen muß, damit jener gewaltsame Gleichgewichtszustand eintrete, d. h. bis der anfangs schwache, äußere Reiz die Stärke des inneren Erregungszustandes erlange, wo also $p = p'$ ist, berechnet Delboeuf nach der Formel

$$t = \frac{1}{k} \log \frac{p' - p^0}{p - p_0},$$

worin k eine Konstante ist.

Die Stärke der Empfindung setzt er einfach der Arbeit T proportional, mit welcher die Änderung des inneren Schwingungszustandes und die Lage der Teile sich vollzieht, und erhält dafür

$$T = c. \log \frac{p'}{p},$$

in welcher Formel c eine Konstante bezeichnet.

Grundsätzlich ist davon nicht die frühere Formel verschieden:

$$d\gamma = K. \frac{d\beta}{c + \beta},$$

worin c die im Nerven schon gegebene Erregung vor der Einwirkung

Digitized by Google

des Reizes, die übrigen Buchstaben aber dieselbe Bedeutung, wie in der entsprechenden Fundamentalformel Fechner's haben. Die Formel stimmt mit der Fechner's überein, nur nimmt sie auf die innere Erregung Rücksicht, von der die Fechner'sche, aber gewiß nicht mit Fug, absieht. Unter der Voraussetzung, daß c als fond vivant et sensible konstant bleibe, was sich freilich nicht durchgängig bestätigt, erhält man durch Integration die Maßformel

$$\gamma = K \log \frac{c + \beta}{c},$$

die wieder inbezug auf die positiven Empfindungen von der Fechnerschen nur dadurch sich unterscheidet, daß die innere Reizung mit berücksichtigt ist, aber dadurch hinter derselben zurückbleibt, daß keine negativen als unbewußte Empfindungen daraus abgeleitet werden können; denn $c + \beta$ kann nie kleiner als c werden, es sei denn β nähme das negative Vorzeichen an. Dies ist aber nur dann denkbar, wenn der äußere Reiz dem inneren entgegenwirkt; dies führt aber nicht zu unbewußten, sondern zu widrigen, oder doch in Qualität verschiedenen Empfindungen, also zu Kälte-, Schmerz-, Dunkel-Empfindungen, im Gegensatz zu Wärme-, Lust- und Helligkeits-Empfindungen.

So können wir keinen Widerspruch in Delboeufs Formeln gegen die von uns abgeleiteten erblicken, sondern nur eine Ergänzung derselben und einen dankenswerten Versuch, genauer den psychophysischen Vorgang zu bestimmen. Dieselben können wir um so weniger zurückweisen, als er von hieraus noch einen Ausgangspunkt gewinnt, um für Lust und Schmerz eine Begründung und ein Maß zu finden.

Da die Nervenmoleküle im ruhenden Zustande eine natürliche Gleichgewichtslage haben, so gibt es ein Maximum und Minimum von p, welches nicht nach der einen und der andern Seite überschritten werden darf, ohne daß das Organ leidet, wie die Saite reißt, wenn sie durch Entfernung aus ihrer natürlichen Lage zu stark gespannt wird.

Mit der Annäherung an den natürlichen Lagerungs- und Schwingungszustand bei einer bestimmten Empfindung ist dieselbe mit dem Gefühle der Lust und des Wohlbehagens begleitet; nähert sich aber die psychophysische Tätigkeit einer der beiden Grenzen, das zu wenig oder zu viel der Erregung, d. h. wird die innere Erregung durch allzu stark entgegenwirkende Oszillationen verlangsamt, oder durch gleichgerichtete allzusehr verstärkt, so entsteht zugleich ein Schmerzgefühl. Diese bei der Empfindung nie ganz fehlenden Gefühle können so stark werden, daß der eigentliche Inhalt der Empfindung ganz und gar hinter ihnen, namentlich dem Schmerze, sich verbirgt.

Digitized by Google

Die von Delboeuf hierauf gegründeten Formeln mögen allerdings einen Anhaltspunkt für die Größe der Lust und des Schmerzes geben; jedoch mischt sich hier bereits so viel Psychisches ein, beruht namentlich die Lust auf so positiven, eigenen Veranstaltungen, und ist dieselbe innerhalb der verschiedenen Sinnesgebiete, und wiederum an verschiedenen Stellen desselben Sinnes so verschieden, daß wir diese Gefühle nicht ausschließlich von einer Störung oder Herstellung einer Gleichgewichtslage von Nervenmolekülen abhängig machen können.

Das große Gewicht, das diese Theorie auf die Unterschiede der Reize bei Bestimmung der Stärke der Empfindung liegt, können wir mit Fechner nicht als eine Instanz gegen dieselbe, sondern müssen es als eine mächtige Stütze für dieselbe ansehen, denn

1° Es ist nicht wahr, daß darnach die absoluten Empfindungen ganz wegfielen und nur Unterschieds-Empfindungen statuiert würden. Denn, wenn eine Empfindung zum ersten Male durch den Unterschied der äußeren und inneren Erregung in der Seele erzeugt wird, so ist das keine Unterschieds-Empfindung, sondern eine einfache, absolute Empfindung. Denn die der inneren, natürlichen Erregung entsprechende Empfindung tritt gar nicht ins Bewußtsein (oder ist nach Delboeuf gar nicht da); wo aber eine solche normale, stets andauernde Empfindung vorhanden ist, wie im Auge das Augenschwarz, da kann allerdings jeder andere Helligkeitsgrad nur als Unterschied von dieser sehr schwachen Helligkeit aufgefaßt werden, und Fechner selbst muß sie als solche fassen.

Nur damit eine Empfindung sich halte, muß fort und fort ein Reizunterschied eintreten, oder, damit eine neue Empfindung eintrete muß sich ein Unterschied des neuen Reizes von dem andauernden inneren schon gegebenen Erregungszustand, und damit von dem vorhergehenden Reize geltend machen.

2° Wenn auch Schneider, Ulrici, Aubert u. A. zu weit gehen, wenn sie alles Empfinden, und Ulrici selbst alles Erkennen auf Unterscheiden zurückführen, so ist doch die hohe Bedeutung des Unterscheidens und des Unterschiedes der Eindrücke nicht zu unterschätzen. Diese gehen zu weit, denn ohne absolutes Erkennen kann es gar kein Unterscheiden geben; erst müssen zwei Objekte absolut aufgefaßt sein, damit sie nachher von einander unterschieden werden können, und das Unterscheiden bringt sie nur in klareres Bewußtsein, als es die absolute Erkenntnis tut. Contraria juxta se posita magis elucescunt. Damit soll nicht gesagt sein, daß die absolute Auffassung zweier Gegensätze der Zeit nach der Unterscheidung beider vorausgehen müsse: sie können ja gleichzeitig dem Bewußtsein sich darstellen und so schon

Digitized by Google

bei ihrer ersten Auffassung einander „heben"; aber immer folgt der Natur der Sache nach die Unterscheidung erst der absoluten Auffassung nach, so gewiß, als ein Objekt erst in sich etwas sein muß, um sodann von anderen unterschieden zu sein, und also erst in sich aufgefaßt werden muß, ehe es zu fremdem in Beziehung gedacht werden könne. Die klarere Auffassung folgt allerdings, freilich auch nicht immer zeitlich, aber jedenfalls sachlich der Unterscheidung. Darum setzt die unterscheidende Empfindung wenigstens eine, die erste absolute voraus; und damit ist die Allgemeinheit der Unterschieds-Empfindung durchbrochen.

Wir brauchen die Wichtigkeit des Unterscheidens hier nicht auf allen Gebieten menschlicher Wahrnehmung zu verfolgen; nur aus dem der Empfindung soll an einiges erinnert werden. Wenn man weiße Farbe mit einer sehr geringen Quantität einer anderen Farbe versetzt, so erscheint dieselbe noch ganz weiß, hält man aber reines Weiß daneben, so zeigt sich die Mischung auf der Stelle gefärbt. Wir haben oben gesehen, daß selbst unbewußte Empfindungen durch Unterscheiden erkannt werden können, wie wenn man aus einem Zimmer von schwachem Geruche, an den sich das Organ gewöhnt hat, in ganz reine Luft tritt.

Ich will nur noch auf eine Erscheinung aufmerksam machen, die auch die Fechner'sche Ansicht über die Leistung der Aufmerksamkeit bei der Hebung unbewußter Empfindung über die Schwelle umstößt. Hat man eine schwache Empfindung, etwa einen sehr mäßigen Schmerz, so kann dieselbe durch Zerstreuung leicht unbewußt werden. Richtet man aber die Aufmerksamkeit darauf, so hat man einen Augenblick lang eine ganz klare Anschauung von der Empfindung. Dieselbe schwindet aber trotz der angestrengtesten Aufmerksamkeit bald und macht einer sehr unbestimmten Wahrnehmung Platz. Nur dadurch, daß man wiederholt die Aufmerksamkeit ab und wieder darauf richtet, erhält man wieder klare Auffassungen. Wenn aber diese Empfindungen nur immer mit dem ersten Eintauchen ins Bewußtsein scharf aufgefaßt werden, so ergibt sich 1°, daß nur durch das Unterscheiden einer schwachen Empfindung von einem unmittelbar vorausgehenden, unbewußten Zustande die klare Auffassung ermöglicht wird; 2° daß die Aufmerksamkeit, wenn sie Empfindung bewußt macht, nicht die Nerventätigkeit bis über den Schwellenwert verstärkt, sondern ihre Tätigkeit dabei rein psychischer Natur ist, nämlich in einer Hinrichtung ihrer beschränkten Kraft, die nicht viele Objekte auf einmal umspannen kann, auf einen bestimmten, engeren Angriffspunkt besteht. Da nun das Unterscheiden nicht bloß die Empfindung, sondern auch alle psychischen Tätigkeiten

Digitized by Google

und das Bewußtsein so mächtig fördert, so vermag dasselbe einen Augenblick nach dem Unbewußtsein die Empfindung festzuhalten, nicht aber länger, weil der Gegensatz nicht so lebhaft mehr festgehalten wird.

Die absurden Konsequenzen, welche Fechner gegen die Unterschiedstheorie vorbringt, folgen entweder nicht notwendig, oder sind von Delboeuf selbst schon beantwortet worden. Wenn Fechner bemerkt, daß nach dieser Auffassung es unmöglich sei, den ganzen Tag über die gleichförmige Helligkeit zu sehen, weil hier keine Reizunterschiede stattfinden, so hatte schon Delboeuf vorgebeugt: „Die Analogie führt zu dem Glauben, daß ein Auge ohne Augenlider und Iris (durch deren Bewegungen das einfallende Licht periodisch entweder ganz abgeschnitten, oder doch in Helligkeit vermindert wird), umgeben von einer Oberfläche von gleichförmiger und konstanter Helligkeit, keine Licht-Empfindung haben würde, weil es keinen möglichen Kontrast haben würde. Noch mehr, wenn das Auge unbeweglich wäre, so daß es seinen Blick nicht von einem Punkte auf den andern richten könnte, so würde die Oberfläche an verschiedenen Stellen verschieden hell und gefärbt sein können und die Empfindung doch Null sein, weil die verschiedenen Punkte der Netzhaut sich jeder in seiner Art der Art von Licht, worin er getroffen wird, akkommodieren würde." Darnach hat die Natur hinreichend für stete Abänderung der Reize gesorgt und selbst wenn wir der Differenztheorie allgemeine Geltung zuerkännten, was nach obigem unstatthaft ist, würde noch die tagelang fortgesetzte Helligkeits-Empfindung erklärt sein. Jedoch würde auch ohne diese Abänderung des Lichtreizes zwar eine allmähliche Schwächung der Empfindungen eintreten, aber daß dieselbe vollständig Null werde, wie Delboeuf meint, läßt sich nicht beweisen, und wird gewiß niemand im Ernste glauben. Das Auge ist eben so empfindlich, daß auch jene kleinen Unterschiede zwischen der normalen inneren Erregung und dem äußeren Reize, die durch fortwährend neue einfallende Strahlen immer wieder hergestellt werden, die psychophysische Grundlage für ein fortgesetztes Sehen sein können.

Nach Fechner hängt die Abstumpfung des Organes bei stetig wirkendem Reize davon ab, daß „unter Einfluß eines kontinuierlichen Reizes sich der Quell der dadurch auslösbaren psychophysischen Tätigkeit mehr und mehr erschöpft, so daß diese unter Umständen bis zum Schwellenwert und selbst bis unter denselben herabgedrückt werden kann". Aber die einzige Kraft-Quelle, d. h. der einzige Weg, durch den wir im Gebiete der Materie allein lebendige Kraft zu erzeugen vermögen, besteht nur in einem Umsatz von Bewegung einer Art in eine andere, oder einer Übertragung der Bewegung. Dieselbe kann

Digitized by Google

aber nur stattfinden, wo *Unterschiede* in der Bewegung statt haben; in einem Mittel von gleichmäßiger Bewegung, wenn dieselbe auch noch so heftig ist, kann nicht die mindeste Arbeit geleistet werden und auch nicht die mindeste Abnahme der Kraft stattfinden. Auch in der größten, gleichmäßig verteilten Hitze liegt keine Quelle von Kraft, wenn nicht ein Körper von geringerer Temperatur hinzukommt. Und so schließt die Fechner'sche Anschauung die von Delboeuf nicht aus, sondern hat sie zur notwendigen Voraussetzung. Nur dadurch kann durch psychophysische Tätigkeit etwas geleistet werden, daß sie nicht in einer unveränderten Bewegung, sondern in einer Ausgleichung von Bewegungsunterschieden besteht.

Das gibt Fechner eigentlich auch zu, wenn er statt absoluter Geschwindigkeiten lieber Änderungen von Geschwindigkeiten, die er *Geschwindigkeiten zweiter Ordnung* nennt, als Elementartätigkeit der Nervenerregung annimmt, indem er sagt:

„Mir selbst erscheint es überwiegend wahrscheinlich, daß an einen *gleichförmigen*, keine Unterschiede einschließenden Bewegungszustand sich wirklich keine Empfindungen knüpfen. Insofern aber Schwingungszustände, wie solche unseren Empfindungen wahrscheinlich unterliegen, schon kontinuierliche Änderungen einschließen, gestehe ich, nicht einzusehen, warum solche Zustände nun sozusagen noch einmal verschieden sein *müssen*, um Empfindung zu geben".

Die Antwort auf dieses Bedenken ist in obigem schon enthalten: nicht bloß kontinuierlich fortschreitende Bewegung leistet keine Arbeit, sondern auch kontinuierliche Schwingungen können nur durch Umsatz verwertet werden.

Auch die Dampfmoleküle haben nicht bloß fortschreitende, sondern auch oszillierende Bewegung; so lange dieselbe eine Differenz mit jener der benachbarten Moleküle zeigt, kann eine Übertragung stattfinden, eine Arbeit geleistet werden; haben sie sich aber ins Gleichgewicht gesetzt, so kann nichts weiter damit erzielt werden. So kann auch der äußere Reiz nur so lange etwas im Nerven bewirken, als dieser noch nicht dieselbe gleichförmige Schwingungsintensität angenommen hat.

Glaubt man aber, wir beurteilten damit den psychischen Vorgang zu sehr nach *mechanischen* Prinzipien, so gilt diese Beurteilung jedenfalls Fechner gegenüber. Die Nervenerregung kann aber nun einmal auch nicht von mechanischen Gesetzen ganz absehen. Gehen wir nun auf das rein Psychische über, so läßt sich die Tatsache nicht leugnen, wenn man auch nicht angeben könnte, warum es so sein müsse, daß Unterschiede der Reize unter einander und vom normalen Zustande des Organes eine höchst wichtige Rolle bei der Empfindung

Digitized by Google

spielen; dieselbe hat aber Delboeuf besser erklärt, als die meisten seiner Vorgänger.

Noch mehr hat Helmholtz die Fechnerschen Formel zu verallgemeinern gesucht, indem er in derselben nicht bloß die unteren Abweichungen vom Weber'schen Gesetze, welche von der inneren stets gegebenen Erregung des Organes abhängen, berücksichtigt, sondern auch die oberen Abweichungen, in Folge sehr starker Reize. Er findet

$$d\gamma = \frac{c\,d\beta}{(a+\beta)(A+\beta)} \qquad (1)$$

worin c, a, A vom Reize unabhängige Konstanten sind, a insbesondere ein kleiner Wert, der die innere konstante Erregung mißt, und also gegen große β vernachläßigt werden kann, A ein sehr großer Wert, gegen den β verschwindet.

Vernachläßigt man nun bei mittlerer Reizstärke a gegen β und β gegen A, so erhält man

$$d\gamma = -\frac{c\,d\beta}{\beta . A} = \frac{K.\,d\beta}{\beta}.$$

Soll die Formel (1) nur die untere Abweichung berücksichtigen, d. h. a gegen β nicht verschwinden, so hat man

$$d\gamma = \frac{c\,d\beta}{(a+\beta).A} = \frac{K.\,d\beta}{a+\beta},$$

welche mit der Delboeuf'schen zusammenfällt.

Durch Integration erhält man aus (1) die Maßformel

$$\gamma = \frac{c}{A-a} \log nat. \frac{a+\beta}{A+\beta} + C.$$

2. Bernstein leugnet nicht die oszillatorische Natur der Nervenerregung, beschränkt dieselbe aber auf die Nervenleitung. Während nun bei der Fortpflanzung des Reizes durch die Nervenschwingungen die Intensität desselben, wie Versuche über die elektrische Welle in den Leitungsnerven dartun, nicht geschwächt wird, setzen hingegen die Ganglienzellen des Gehirnes der Weiterverbreitung einen Widerstand entgegen. Ist der Reiz sehr schwach, so kann er gar nicht in die Gehirnmasse eindringen, geschweige sich weiter verbreiten, und das ist der Sinn der Reizschwelle nach Bernstein's Auffassung. Je stärker aber der Reiz, desto mehr kann er sich trotz des Widerstandes der Ganglienelemente über dieselben ausbreiten und darum ist die Anzahl der Ganglien, über welche sich der Reiz verbreitet, der Irradiationskreis, das Maß für die Intensität der Empfindung. Diese selbst liegt in einer Vernichtung der lebendigen Kraft des Reizes durch die widerstandleistenden Gehirnelemente, dergestalt, daß, wenn sie in gleicher

Digitized by Google

Weise wie die röhrigen Leitungsnerven die Schwingungen ungeschwächt fortpflanzten, keine Empfindung zustande kommen könnte. Da aber keine Kraft vernichtet werden kann, so setzen die Ganglien die Bewegung der Nerven in Spannkraft um. Darnach ist die Stärke der Empfindung einfach dem Irradiationsraum proportional; wenigstens beurteilt die Seele nach seiner Ausdehnung die Stärke der Empfindung. Eine unmittelbar empfundene logarithmische Abhängigkeit der Empfindung vom Reize oder von der Nerventätigkeit führt zu dem Absurdum, daß die Seele einen angeborenen Sinn für die natürlichen Logarithmen haben müsse, wie sie ihn für die natürlichen Zahlen habe.

Darnach drückt Bernstein die Stärke der Empfindung durch die Formel aus

$$\gamma = \alpha S,$$

worin S die Größe des Irradiationskreises, α die Dichtigkeit der Gehirnmasse an dem Irradiationskreis bezeichnet, oder mit andern Worten α die Masse eines einzelnen Moleküls oder Ganglienelementes und S die Menge der Elemente im Irradiationsraume ausdrücken soll. Will man nun eine Abhängigkeit zwischen dem Reize und der psychophysischen Tätigkeit durch eine Formel ausdrücken, so ergibt sich die Stärke =

$$\alpha S = \frac{1}{k} \log \text{ nat.} \frac{\beta}{b}$$

und darum mittelbar

$$\gamma = \frac{1}{k} \log \text{ nat.} \frac{\beta}{b}$$

Einen wesentlichen Unterschied dieser Formel von der unserigen können wir, wenn sie richtig gedeutet wird, nicht erblicken, und sie enthält zugleich einen dankenswerten Versuch, etwas tiefer in das Geheimnis der Empfindung einzudringen. Nur mit Delboeuf's Auffassung tritt sie, wenn sie streng mechanisch gefaßt wird, in grellen Widerspruch. Denn nach diesem ist jener Zustand der Spannung, in welchen das Gehirn durch Ausgleich mit dem äußeren Reiz versetzt wird, also die Vernichtung der lebendigen Kraft des Reizes, vielmehr der Grund des Verschwindens der Empfindung nach Herstellung jenes Gleichgewichtes, nach Bernstein aber gerade die Ursache der Empfindung.

Die Vernichtung der lebendigen Kraft in der Empfindung kann einen recht guten Sinn haben. Sollte in dieser Vernichtung als solcher das Wesen der Empfindung bestehen, so wäre dies mehr als unsinnig; denn die Empfindung ist etwas sehr Positives und, wenn auch ein

Digitized by Google

durchaus ruhender Zustand, so doch nicht ein Aufhören der Bewegung. Nun ist freilich auch die Spannung kein bloßer Ruhezustand, sondern eine aufgehaltene Bewegung, die sofort wieder lebendig wird, wenn das entgegenstehende Hindernis beseitigt ist. Daß aber die Empfindung noch etwas ganz anderes ist, als eine solche aufgehaltene Bewegung, sagt uns klar das Bewußtsein, und erkennt auch Bernstein damit an, daß er sagt, die Seele schätze nach der Zahl der gespannten Ganglienelemente die Stärke der Empfindung. Dies bedarf aber sehr der Klarstellung. Die Seele sieht oder merkt nicht die materiellen Elemente als etwas außer ihr Befindliches; ob ein solches Beobachten nach außen der Seele möglich sei, wollen wir hier nicht diskutieren; aber tatsächlich empfindet die Seele die Ausdehnung in ihr selbst. Das belebte Organ, die beseelten Ganglienelemente werden also durch die lebendige Kraft des äußeren Reizes und der Leitungsnerven getroffen, und darum braucht die Seele die Stärke der Empfindung bezw. des äußeren Eindruckes nicht erst an etwas abzulesen, oder nach einem Zahlensystem genauer zu schätzen, sondern sie selbst wird nach Maßgabe der Stärke des Reizes mehr oder weniger stark erregt, zu einer mehr oder weniger starken Empfindung bestimmt.

Und hier hat wirklich eine Vernichtung der lebendigen Kraft statt. Indem die bis zum belebten Organ fortgeleitete Bewegung des Reizes auf dieses selbst trifft, antwortet der materielle Teil desselben in materieller Weise, d. h. wird entweder in Bewegung gesetzt oder gespannt, d. h. es werden unter dem fortgesetzten Einflusse des Reizes die Moleküle in ihrer natürlichen Gleichgewichtslage gehalten, das psychische Element des Organs aber antwortet mit Empfindung, die sicher in einem ebenso bestimmten Äquivalentverhältnisse zur Erregung derselben steht, wie auch die materiellen Kräfte untereinander. Da aber Empfindung nicht wieder in Bewegung zurückverwandelt werden kann, so mag man hier eine wahre Vernichtung lebendiger Kraft (in Form von Bewegung) annehmen. Wohl folgen auf die Empfindungen wieder Bewegungen, sowohl bewußte als unbewußte; aber zwischen sie schiebt sich das Strebevermögen des empfindenden Wesens, der Wille ein, welcher nicht rein mechanisch die Empfindung in Bewegung umsetzt.

Jedenfalls kann die vernünftige Seele vollständig den Zusammenhang zwischen Empfindung und Bewegung, von gewissen instinktmäßigen Regungen abgesehen, zerreißen und nach der Empfindung vollständige Ruhe gebieten.

3. Hering hat den psychophysischen Vorgang näher als chemischen Prozeß bestimmt. Derselbe faßt die verschiedenen Stufen der

Digitized by Google

Helligkeit bis zum Dunkel nicht als Intensitätsunterschiede auf, sondern als qualitative Abstufungen, die sich aus den verschiedenen Mischungen von Weiß und Schwarz ergeben. Die Empfindung des Schwarz ist nach ihm eine ebenso qualitativ bestimmte positive Empfindung, wie die jeder anderen Farbe. Den beiden Qualitäten der Empfindung, welche wir als Weiß oder Hell und als Schwarz oder Dunkel bezeichnen, entsprechen zwei verschiedene Qualitäten des chemischen Geschehens in der Sehsubstanz und den verschiedenen Verhältnissen der Deutlichkeit oder Intensität, mit welcher jene beiden Empfindungen in den einzelnen Übergängen zwischen reinem Weiß und reinem Schwarz hervortreten, oder den Verhältnissen, in welchen sie gemischt erscheinen, entsprechen dieselben Verhältnisse der Intensitäten jener beiden psychophysischen Prozesse.

„Wir müssen im nervösen Sehapparate eine Substanz annehmen, welche unter dem Einflusse des einfallenden Lichtes eine Änderung erleidet, und diese Änderung, möge sie sich physikalisch charakterisieren lassen, wie sie wolle, ist doch, wie die Nervenphysiologie annehmen muß, zugleich ein chemischer Vorgang. Hat die Einwirkung des Lichtes aufgehört, so kehrt die veränderte (mehr oder minder „ermüdete") Substanz früher oder später in ihren ursprünglichen Zustand zurück. Diese Rückkehr kann wieder nichts anderes sein, als eine chemische Änderung im entgegengesetzten Sinne. Will man die unter dem direkten Einflusse des Lichtes stattfindende chemische Veränderung der erregbaren Substanz als eine partielle Konsumtion auffassen, so muß man die Rückkehr zur früheren Beschaffenheit als eine Restitution bezeichnen; will man erstere als einen Spaltungsprozeß, so muß man letztere als einen synthetischen Prozeß ansehen. Den letzteren Prozeß pflegt man auch als 'Assimilierung zu bezeichnen. . . . Bei der Erregung oder Tätigkeit bildet nun jede lebendige oder erregbare organische Substanz nach allgemeiner Annahme gewisse chemische Produkte. Das Entstehen dieser Produkte will ich analog als den Prozeß der Dissimilierung bezeichnen. . . . Der Empfindung des Weißen und Hellen nun entspricht die Dissimilierung, der Empfindung des Schwarzen oder Dunklen die Assimilierung der Substanz. . . . Was uns als Gesichtsempfindung zum Bewußtsein kommt, ist der psychische Ausdruck oder das bewußte Korrelat des Stoffwechsels der Sehsubstanz".

Da nun Schwarz und Weiß in demselben gegensätzlichen Verhältnisse zu einander stehen, wie die Komplementär-, besser Gegenfarben: Rot-Grün und Blau-Gelb, so nimmt Hering 6 Grundempfindungen der Sehsubstanz an, die sich aber zu 3 Paaren von Farben-

Digitized by Google

verbindungen zusammenordnen: die schwarz-weiße, rot-grüne und blaugelbe Empfindungsreihe. Jedem dieser 3 Paare entspricht ein Dissimilierungs- und Assimilierungsprozeß besonderer Qualität, so daß also die Sehsubstanz in dreifach verschiedener Weise der chemischen Veränderung oder des Stoffwechsels fähig ist. Darnach sind 3 verschiedene Bestandteile der Sehsubstanz zu unterscheiden, die schwarz-weiß-empfindende, die blaugelb-empfindende und die rotgrün-empfindende. Aus der mannigfachen Kombination dieser Grundempfindungen lassen sich alle andern (Misch-)Farben herstellen.

Eine tatsächliche Stütze hat diese Hypothese an dem sog. Sehpurpur in den empfindenden Elementen der Netzhaut, dessen chemische Veränderungen unter dem Einflusse des Lichtes durch Bleichen werden angezeigt werden.

Aber eine letzte Erklärung des Vorganges ist damit nicht gegeben, sondern die Schwierigkeit nur wieder etwas weiter zurückgeschoben. Denn der chemische Prozeß mag bereitwilligst zugegeben werden, er möge auch auf alle Sinnesorgane ausgedehnt werden, aber jenes Photographieren des Gegenstandes durch Zersetzen der Sehsubstanz ist ebensowenig Empfindung, als das durch die Zersetzung der Silbersalze auf der photographischen Platte gezeichnete Bild.

Ja, wir sind damit kaum über die Oszillationstheorie hinausgeführt; denn es wird doch wohl nicht die chemische Beschaffenheit der zersetzten oder neugebildeten Substanzen die besondere Beschaffenheit der Empfindung bedingen, sondern die chemische Veränderung, der Dissimilierungs- und Assimilierungs-Prozeß. Diese kann aber nur in Form von Bewegungen gedacht werden, wie dies insbesondere Secchi nachgewiesen hat. Und da wird es immer am einfachsten sein, Schwingungen als die besondere Form von Bewegung anzunehmen, sei es, daß dieselben den chemischen Prozeß konstituieren, oder doch, von ihm erregt, begleiten. Dann hat man, wie die Amplitude der Schall- und Licht-Schwingungen die Grundlage der Intensität des Schalles und des Lichtes ist, auch in der Nerven-Erregung einen entsprechenden Grund für die Stärke der Empfindung; die Zeitdauer der Schwingungen ist dann innerlich (in den Schwingungen der Nervenmoleküle) wie äußerlich (in den Schwingungen der Licht-, Schallwellen ꝛc.) Grund der Qualität der Empfindung, nicht bloß für die verschiedenen Qualitätsabstufungen (wie höhere und tiefere Töne ꝛc.) innerhalb desselben Organes, sondern auch bezüglich aller Empfindungssphären, die freilich für die Aufnahme verschieden schneller Oszillationen auch verschiedene Organe haben müssen. Die schnellsten Schwingungen des Lichtes nimmt das Auge wahr, die etwas langsameren der Wärme die Haut

Digitized by Google

noch langsamere das Ohr ꝛc., die allerschnellsten vielleicht Geschmack und Geruch, welche durch den chemischen Prozeß gereizt werden. Die Schnelligkeiten der Schwingungen zeigen innerhalb eines und desselben Organes, z. B. des Auges, einen größeren Abstand von einander, als die schnellsten Schallschwingungen von den langsamsten Ätherschwingungen. Die verschiedene Farbe des Tones (Klangfarbe) und der verschiedene Ton der Farbe hängt dann, wie äußerlich von der Zusammensetzung mehrerer Töne und Farben, so innerlich vom Oszillieren mehrerer gleichzeitig erregten Nervenfasern ab.

Letzteres stimmt recht wohl zu Herings Auffassung von der Mischung der Grundempfindung, wird aber auch schon durch die Young-Helmholtz'sche Hypothese (bezüglich der Gesichtsempfindungen) hinlänglich erklärt, die 3 wesentlich verschiedene Optikusfasern annimmt: Rot, Grün und Violett empfindende. Fechner findet auch bei dieser Oszillationstheorie nicht geringere Schwierigkeit, wie in der Hering'schen Auffassung, welche allerdings nicht erklärt, warum es zwischen Weiß und Schwarz ein Grau gibt, oder zwischen Rot und Grün und zwischen Blau und Gelb keine Mittelfarbe als Durchgangsglied in der Reihe sich findet. Im geraden Gegensatz zu Young nimmt er also an, daß jede Optikusfaser mehrere verschiedene Oszillationen ausführen könne und jede, selbst einfache Farbe in mehrere zerlege; durch das Vorherrschen der einen vor den übrigen und der mannigfachen Mischung aller kämen dann die verschiedenen Farbenqualitäten zum Vorschein. Doch ist alles dieses zu hypothetisch, als daß wir uns auf eine weitere Diskussion einzulassen brauchten, nur das wollen wir bemerken, daß die Young'sche Annahme auf die sogenannte Farbenblindheit, den sogenannten Daltonismus, sich stützt. Denn wenn manche Menschen für Rot gar keine Empfindlichkeit haben, dabei aber im übrigen sehr gut sehen und auch die Farben, in welchen das Rot nicht enthalten ist, sehr wohl unterscheiden, so muß eine Scheidung der Sehelemente angenommen werden, derart, daß bei ganz normalem Verhalten der Optikusfasern im großen und ganzen die eine oder die andere, z. B. die, welche das Rot zu perzipieren hat, in abnormem Zustande sich befindet.[1])

Desgleichen macht die Analogie mit dem Ohr eine Verteilung der verschiedenen Farbenwahrnehmungen auf verschiedene Nervenelemente sehr wahrscheinlich. Denn trotz der zahlreichen Unterschiede, welche zwischen Gesicht und Gehör bestehen, und welche Fechner bis auf 24 bringt, ist doch die Grundbeziehung zwischen beiden Sinnen die der Übereinstimmung, so daß gar manche Entdeckungen auf dem einen

1) Davon mehr unten.

Digitized by Google

dieser Sinnesgebiete durch einen Analogieschluß aus einer schon bekannten Erscheinung auf dem andern gemacht wurden. Nun aber zeigt das Ohr eine Einrichtung, welche für alle verschiedenen Töne auch verschiedene Elemente des Gehörnerven hat. Die sog. Cortischen Bogen sind in solcher Anzahl und tastaturähnlichen Anordnung in der Schnecke des Ohres vorhanden, daß wir mit einer jeden einzelnen mit einem Cortischen Elemente zusammenhängenden Nervenfaser jedesmal einen einzelnen Ton von den mehreren hundert diskreten Tönen auffassen und durch das verschiedene Zusammenwirken der Fasern die verschiedene Klangfarbe eines Tones hören können. Freilich hat nun in den neueren Auflagen seiner „Lehre von den Tonempfindungen" Helmholtz seine frühere Annahme, daß die Cortischen Bogen abgestimmte, akustische Endapparate seien, aufgegeben, weil sie gar nicht direkt mit Nervenfasern zusammenhängen. Als relativ feste Gebilde sollten sie bestimmt sein, die Schwingungen des eigentlichen Stimmungsorganes auf eng abgegrenzte Bezirke des Nervenwulstes zu übertragen, während Wundt wohl mit mehr Recht annimmt, daß sie zur Dämpfung der Schwingungen bestimmt seien. Für letzteres spricht die auffallend kurze Zeit, welche die Tonempfindung den objektiven Klang überdauert, was nur durch wirksame Dämpfungsvorrichtungen zu erreichen ist. Prinzipiell ist von unserer obigen Auffassung der Verteilung der verschiedenen Töne an verschiedene Empfindungselemente die neuere Annahme von Hensen, Helmholtz u. a. nicht verschieden, nach der die sog. Grundmembran der Schnecke des Ohres das Stimmungsorgan ist. Dieselbe hat an ihren verschiedenen Stellen eine hinreichend verschiedene Breite, um eine Abstufung ihrer Abstimmung für alle vom menschlichen Ohre unterscheidbaren Töne zu bieten. Mit der Zuspitzung der Schnecke nämlich verschmälert sich immer mehr die Grundmembran des Schneckenkanals. Da nun die Längsspannung derselben unbedeutend, die Querspannung aber stark ist, so verhalten sich ihre einzelnen Querstreifen wie Saiten von verschiedener Länge, und es können also die höheren Töne von den kürzeren Streifen, die niedrigeren von den längeren aufgenommen werden. Die einzelnen Streifen stehen aber mit verschiedenen Gehörnervenfasern in Verbindung, auf welche sie ihre Schwingungen übertragen können.[1])

1) Nach Marage (Contribution à la physiol. de l'oreille interne 1903) sind weder die Cortischen Bogen noch die Basilarmembran das die Schwingungen aufnehmende Organ, sondern der endolymphische Sack, der nach seinen Experimenten an künstlichen Ohren einen wechselnden Druck erfährt. Nach Bonnier (L'oreille manometrique C. R. Acad. Paris Tom. 136) erfährt die Endolymphe als Ganzes Verschiebungen. Nach beiden wäre das Ohr kein vasomotorischer, sondern ein manometrischer Apparat.

Digitized by Google

4. Bei Wundt kommt diese Verteilung des Klanges auf verschiedene Nervenelemente noch mehr zur Geltung, indem er ein doppeltes Empfindungsstadium im Gehör annimmt, das der komplexen und das der analysierenden Gehörempfindung.

„Zunächst werden durch die dem Labyrinthwasser mitgeteilten Schallbewegungen die Cilien der Haarzellen, haarförmige Anhängsel der Akustikusfaser, welche im Labyrinthwasser schwimmen, in Schwingungen versetzt, die im allgemeinen zusammengesetzter Natur sind, indem jede Cilie bei der Leichtigkeit, mit der sie den Bewegungen zu folgen vermag, die Form der Schwingungskurve treu wiederholt, ähnlich wie dies auch von den Hörhaaren in den Ampullen vorauszusetzen ist. Durch jeden Schall, mag er einfach oder zusammengesetzt sein, aus tieferen oder höheren Teiltönen bestehen, werden also auch alle schwingungsfähigen Cilien in Bewegung gesetzt werden; nur die Form dieser Bewegung wird je nach der Beschaffenheit des Schalles eine verschiedene sein, indem sich dieselbe den Bewegungen des Labyrinthwassers jeweils genau akkommodiert. So lange das Gehörorgan diese Stufe der Entwickelung nicht überschreitet, was bei allen Tieren der Fall ist, bei denen keine Schnecke existiert, werden sich wohl die Gehörsempfindungen auf einer ähnlichen Stufe befinden, auf welcher wir bei uns die Geruchs- und Geschmacksempfindungen antreffen. Mit der Form der Schallbewegung wird die Qualität der Empfindung sich ändern, aber jene Analyse, wie das menschliche Ohr sie ausführt, und die hierauf begründete eigentümliche Ordnung der Schallempfindung wird fehlen. Beim Menschen und bei denjenigen Tieren, welche gleich ihm eine ausgebildete Schnecke besitzen, wird dagegen der auf einen gewissen Ton abgestimmte Teil der Grundmembran von seinen Hörhaaren aus nur dann in merkliche Mitschwingungen versetzt werden, wenn der Eigenton des Membranabschnittes ein Bestandteil des gehörten Klanges ist. Durch die stark schwingenden Teile der Grundmembran können dann unmittelbar die ihnen anliegenden Akustikusfasern so gereizt werden, daß sie in der Zeiteinheit eine der Schwingungszahl des betreffenden Tones entsprechende Zahl von Stößen empfangen. . . . Der Effekt eines jeden Schalleindruckes ist demnach wahrscheinlich ein zusammengesetzter. Zunächst wird die Gesamtmasse der Nervenendgebilde in eine Bewegung versetzt, welche der ungetrennten Form des äußeren Eindruckes entspricht, sodann teilen aber außerdem einzelne Nervenfasern des Akustikus Bewegungen von einfacherer Form sich mit, indem die abgestimmten Teile der Grundmembran aus jener zusammengesetzten Gesamtbewegung der Nervengebilde einzelne einfache Bestandteile gewissermaßen aussondern und dieselben direkt auf die Nervenfasern übertragen".

Digitized by Google

Was wir für unsere Frage hier brauchen, ist darnach nicht zu bezweifeln, daß die letzten elementarsten Bestandteile der Nerven verschiedene Erregungen durch den äußeren Reiz erfahren; zweifelhaft mag nur sein, wie weit der komplexe Schalleindruck als solcher fortgeleitet werden muß, bis er analysiert wird. Nach Wundt geschieht letzteres noch nicht durch die Gehörhaare. Dieselben sind also bloß als Leitungselemente zu betrachten, wenn auch als feinere, wie das Paukenfell, die Gehörknöchelchen ꝛc. Natürlich könnten wir Wundt nicht beistimmen, wenn er vor der analysierten schon eine komplexe Empfindung in den Haaren des Labyrinthwassers annähme. Nur wenn man Materialist und Darwinist ist, kann man schon die komplexe Erregung in jenen Gebilden als Empfindung ausgeben, und für eine solche Empfindung, von der nie etwas beobachtet ist, theoretische Voraussetzungen zwecklos darum annehmen, weil sich die analysierte Empfindung mit der Schnecke aus der komplexen bei den niederen Tieren entwickelt haben soll, wobei dann letztere als nutzlos bestehen geblieben ist. Die tatsächlichen Verhältnisse jedoch hat Wundt sehr klar gestellt und schließen wir uns denselben bereitwilligst an.

Nicht so unbedingt können wir seiner Bekämpfung der Young-Helmholtz'schen Hypothese über die drei Grundelemente der Farbenempfindung beipflichten. Darin hatte Young Unrecht, daß er die drei Grundfarben unmittelbar den Nervenfasern zuteilte; es steht nun fest, daß nicht jene Fasern, sondern die sog. Stäbchen und Zapfen, in welche die Optikusfasern endigen, die eigentlich empfindenden Elemente sind. Nun hat aber Zenker die Struktur dieser Elemente mit der Young'schen Hypothese in geistreicher Weise in Verbindung gebracht. Dieselben zeigen nämlich in ihren Außengliedern eine blättrige Struktur; da nun das Licht beim Durchgang durch dünne Plättchen von verschiedener Dicke bei Brechung (und Reflexion) mannigfache Interferenzerscheinungen darbietet, so können sich bei einer bestimmten Anordnung von verschieden dicken Plättchen stehende Wellen bilden und es kann an bestimmten Stellen immer dieselbe Farbe zum Vorschein kommen; so kann demnach eine jede der drei Grundfarben von einem bestimmten Plättchen, das auf ihre Schwingungen abgestimmt ist, empfunden werden. Nimmt man also in den Stäbchen und Zapfen dreierlei vereinigte Plattensätze an, von denen durch den ersten die brechbarsten (violetten) Strahlen, durch den zweiten die Strahlen von mittlerer Brechbarkeit (grüne) und durch den dritten die wenigst brechbaren (roten) verstärkt werden, so wird der Grundtatsache, daß man für das Auge alle Farben aus diesen drei herstellen kann, genügt, wenn auch, was Wundt dagegen anführt, das Auge nicht imstande ist, wie das

Digitized by Google

Ohr eine Analyse der Mischfarbe vorzunehmen. Nach Wundt hätten die Plättchen eine katoptrische Funktion, nämlich das vom Hintergrunde des Auges auf sie reflektierte Licht wieder auf die empfindenden Stellen zurückzuwerfen und so den Lichteindruck zu verstärken. Diese Funktion ist, wie man leicht sieht, durch obige Annahme nicht ausgeschlossen: nicht alles Licht wird durch Interferenz vernichtet.

Diese Verteilung des Tones und der Mischfarbe auf verschiedene Fasern des Nerven tut der Einheit der Wahrnehmung so wenig Eintrag, als wenn wir mit den niederen Sinnen, dem Geschmacke, Gefühle räumlich auseinander liegende Empfindungen, die gewiß an verschiedene Nerven gebunden sind, einheitlich wahrnehmen: es muß nur vorausgesetzt werden, daß ein empfindendes Prinzip gleichzeitig den räumlich diskreten Empfindungsfasern inne wohne, daß dasselbe also, indem es so auseinandergeht, doch in sich bleibe. Dies vermag freilich kein ausgedehntes, zusammengesetztes Wesen, keine materielle Kraft; denn alles Materielle bleibt nicht bei sich, wenn es an diskreten Punkten wirkt, sondern muß selbst auseinandergehen. Es muß also das empfindende Prinzip einfach sein; dann vermag es auch, in verschiedenen Fasern, die es beseelt, gleichzeitig erschüttert, die vielen Erschütterungen als einen Ton, als eine Farbe wahrzunehmen.

Von diesem Gesichtspunkte aus hat auch die von Fechner so sehr hervorgehobene Erscheinung, daß durch Aufmerksamkeit der (Misch-) Ton wieder in seine einfachen Töne zerlegt werden kann, die angestrengteste Aufmerksamkeit aber die Mischfarbe nicht in ihre Komponenten zerlegen kann, keine Schwierigkeit. Auch Geruch, Geschmack und Gefühl vermögen die an diskreten Nerven gebundenen Empfindungen nicht in ihre Komponenten zu zerlegen, es sei denn, daß zwischen den empfindenden Nerven ein merklicher Abstand sich befindet und die Nerven selbst isoliert sind. Es ist nun klar, daß zwischen den Enden des Gehörnerven die Isolierung viel stärker ist, wie bei den Gesichtsnerven, da erstere sichtbar aufgezeigt, letztere als Elemente für verschiedene Farbenempfindungen bis jetzt bloß vermutet werden. Der teleologische Grund dieser Verschiedenheit der Einrichtung liegt darin, daß es für die Seele Interesse hat, Einzeltöne aus einem Tongemisch herauszuhören, nicht aber Einzelfarben, welche von derselben Stelle des Gegenstandes kommen und also im Auge durch Koinzidenz sich mischen, zu unterscheiden; nur auseinanderliegende Farben muß das Auge unterscheiden können, damit es die Gegenstände kenne; diese geben aber keine Mischfarbe. Eben damit die von einem Punkte des leuchtenden Objektes kommenden Strahlen nicht von den verschiedenen Optikusfasern als verschiedene Farben nebeneinander aufgefaßt und,

Digitized by Google

was damit notwendig gegeben wäre, auf verschiedene Stellen des Objektes versetzt werden, ist wirklich die Einrichtung getroffen, daß schon bevor die Erregung in die Seele gelangt, eine Beeinflussung der sehr nahe aneinanderliegenden Fasern und ihrer Erschütterung stattfindet, und die Seele erst von der Resultante getroffen wird. Unter dieser Voraussetzung ist es leicht begreiflich, daß sie die Einzelfarben nicht mehr unterscheiden kann, weil sie nämlich gar keinen Anhaltspunkt mehr dazu hat. Kann sich doch diese Resultante r auf unendlich viele Arten zusammensetzen. Es kann sein $r = x + y = x + y + z = x + y + z + u$ ꝛc. und jedesmal kann x unzählig viele verschiedene Werte annehmen, wenn man nur y, z ꝛc. darnach abändert.

Dieser Grund beweist aber umgekehrt von neuem, daß wenn die Seele sonst gleichzeitig diskrete und verschiedene Wahrnehmungen hat, sie auch gleichzeitig die verschiedenen, ihnen entsprechenden Erschütterungen in ihrer Unterschiedenheit in sich aufnehmen muß. Sie muß also gleichzeitig an verschiedenen Teilen des Nervensystems sein. Da sie sich aber genau zu derselben Zeit der auseinanderliegenden Empfindungen einheitlich bewußt ist, so muß ihr selbiges ungeteiltes Ich an verschiedenen Orten sein. Das kann aber nur eine einfache Substanz; ein Körper kann nur mit verschiedenen Teilen seines Wesens auseinanderliegende Orte umspannen. Eine Zuleitung der verschiedenen Erregungen von verschiedenen Teilen des Nerven zu einem Punkte des Körpers würde nur zu einer Verschmelzung aller gleichzeitigen Erschütterungen, also zu einer einzigen unscheidbaren Empfindung führen.

5. Gibt man den oszillatorischen Charakter des Reizes, spezieller der durch ihn erzeugten Nerventätigkeit zu, so kann man die lebendige Kraft mv^2 des Reizes auch $= a^2n^2$ setzen, wo a die Amplitude der Schwingungen, n die Zahl derselben in der Sekunde bezeichnen. Demnach würde die Maßformel übergehen in $\gamma = k \log \frac{a^2n^2}{a'^2n'^2}$.

Nun weiß man aber, daß von der Zahl der Schwingungen die Qualität der Empfindung abhängt, die Höhe der Töne, die Verschiedenheit der Farbe ꝛc. Die Beobachtungen zur Bewährung des Weber'schen Gesetzes wurden aber nur mit Rücksicht auf qualitativ identische Empfindungen angestellt, ja bei verschiedenen Farben stellt sich, wie wir sahen, das Gesetz als nicht zutreffend heraus. Also gilt obige Formel nur für $n = n'$, und darum geht sie über in

$$\gamma = k \log \frac{a^2}{a'^2} = k \log \left(\frac{a}{a'}\right)^2 = 2\,k \log \frac{a}{a'}$$

oder da 2 mit der Konstante k zusammenfließt:

Digitized by Google

$$\gamma = k. \log \frac{a}{a'}$$

d. h. die Stärke der Empfindung hängt logarithmisch von der Amplitude der Schwingungen ab und ist nach dem Größenverhältnisse der Amplitude eines Reizes a zu der Amplitude eines Schwellenreizes a', welche eben eine merkliche Empfindung gibt, zu bestimmen.

6. Vorstehende Formeln für ein elementares Maß der Empfindung sind unter der Voraussetzung gültig, daß die Empfindungen durch konstante Geschwindigkeiten erzeugt werden. Nun findet es Fechner aber überwiegend wahrscheinlich und Preyer ist derselben Ansicht, daß dieselben vielmehr an Änderungen[1]) von Geschwindigkeiten, die er Geschwindigkeiten zweiter Ordnung nennt, hängen, und stellt für diesen Fall die Formel auf:

$$St = k\ t \log \frac{a\,n}{a'n'},$$

in welcher St die in der Zeit t erregte Empfindungssumme, die übrigen Buchstaben dieselbe Bedeutung wie oben haben. Dieselbe ist berechnet für eine geradlinige Schwingung, in der nach Fechner schon hinreichende Geschwindigkeitsveränderung gegeben ist. Dagegen haben wir aber folgende Bedenken:

1° müssen aus der Formel die Anzahl der Schwingungen n und n' verschwinden, da sich zwischen Qualitäten, die doch von n und n' abhängen, keine Größenverhältnisse angeben lassen; daß aber die Formel, wie er behauptet, von der Qualität der Empfindung absehe, können wir nach dem Gesagten nicht zugeben.

2°. Da mit der Zeitdauer die Empfindungsstärke nicht wächst, sondern eher abnimmt, so kann obige Formel nur für ein elementares t, die Zeiteinheit, Geltung haben.

Berücksichtigt man beide Forderungen zugleich, so geht die Formel über in

$$S_1 = k.\ 1.\ \log \frac{a}{a'}$$

$$S = k.\ \log \frac{a}{a'},$$

welche mit obiger unter 5. zusammenfällt.

Es ist aber noch zu bemerken:

3°. Die Änderung der Geschwindigkeit, die notwendig mit der Oszillation gegeben ist, kann die Intensität der Empfindung nicht be-

1) Darüber wird später mehr mitgeteilt werden.

Digitized by Google

einfluſſen. Dieſelbe beſteht darin, daß das um ſeine Gleichgewichtslage oſzillierende Teilchen um ſo langſamer ſich bewegt, je weiter es ſich aus dieſer Lage entfernt, bis es die Geſchwindigkeit 0 erreicht und wieder zurückkehrt. Dieſe Geſchwindigkeitsveränderung kann höchſtens die Qualität der Empfindung beeinfluſſen; die Stärke der Empfindung hängt inſofern nach früher Geſagtem von Geſchwindigkeitsveränderungen ab, als ein gleichmäßiger, gleiche Schnelligkeit entwickelnder Reiz die Empfindung nicht auf gleicher Höhe halten kann, ſondern wegen der Abſtumpfbarkeit der Organe ſtets ſich ändern, erhöhen muß, um eine gleich ſtarke Empfindung zu erzeugen. Dazu iſt aber nicht erforderlich, daß die pſychophyſiſche Tätigkeit der Nervenmaſſe ihre Schnelligkeit ändere, ſondern nur der äußere Reiz muß verſtärkt werden, damit er ſich nicht mit der inneren Nervenerregung ins Gleichgewicht ſetze, in welchem Falle nach Delboeufs Annahme, die wir oben verteidigten, die Empfindung an Intenſität bis zum Erlöſchen verliert. Jene durch ungleichmäßige Stärke des äußeren Reizes und der ſchon gegebenen oder erzeugten inneren Nervenerregung hergeſtellte Unruhe der empfindenden Teile iſt das eigentliche Maßgebende für die Stärke der Empfindung, und dieſe Unruhe, Bewegung, kann und muß eine konſtante Geſchwindigkeit haben, um eine dauernde, gleich ſtarke Empfindung zu erzeugen. Verſtehen wir unter Reiz dieſe Unruhe, die wir uns wieder in Form von Schwingungen vorſtellen können, ſo brauchen wir an der Formel unter 6. welche für unveränderte Geſchwindigkeit aufgeſtellt wurde, nichts zu ändern, und auch aus dieſem Geſichtspunkte iſt die unter 6. gefundene

$$S = k. \log \frac{a}{a'}$$

identiſch mit der unter 5

$$\gamma = k. \log \frac{a}{a'}.$$

7. Zur elementarſten Beſtimmung der pſychophyſiſchen Tätigkeit dienen die Unterſuchungen über die Reizungsvorgänge in der Nervenfaſer und Ganglienzelle nach Wundt.

Wenn man einen motoriſchen Nerven an zwei verſchiedenen Stellen, von denen die eine der Anheftung des Muskels ferner liegt als die andere, gleichzeitig reizt, ſo werden zwei Erſcheinungen beobachtet: 1° Tritt die von der entfernteren Reizung erzeugte Muskelzuckung ſpäter ein, als die vom näheren Reize hervorgebrachte. Dagegen iſt 2° die entferntere von viel ſtärkeren Zuckungen begleitet, als die nähere. Will man alſo gleich ſtarke Zuckungen erzielen, ſo muß der entferntere Reiz etwas ſchwächer ſein; aber auch dann erfolgt ſeine

Digitized by Google

Wirkung im Muskel später, als die des näheren. Daraus ergibt sich, daß der Reiz sich in der Nervenfaser in meßbarer Zeit fortpflanzt. Beobachtungen tun dar, daß die Fortpflanzung sogar eine ziemlich langsame ist, nämlich beim Frosche (im Sommer) bis zu 26m, bei den Warmblütern 32m in der Sekunde.

Versuche mit elektrischen Strömen weisen ein dreifaches Stadium im Reizungsvorgange auf: Das Stadium der Unerregbarkeit oder das der latenten Reizung, in welchem der Reiz gar keine Zuckung auslöst, und das Stadium der wachsenden Reizbarkeit bis zu einem gewissen Höhepunkt, und das Stadium des Abklingens des Reizes.

Der Grund dafür, daß erst eine gewisse Zeit nach dem Einwirken des Reizes auf den Nerv verfließen muß, ehe er eine Zuckung verursacht, liegt jedenfalls teilweise in der Trägheit der Muskelmoleküle, welche erst nach wiederholten Stößen sich zu Kontraktionen bestimmen lassen; es sind aber auch im Nerven selbst hemmende und erregende Kräfte anzunehmen, durch deren gegenseitiges Verhalten Verschiedenheit der Reizerscheinungen zutage tritt. Mit dem Eintritt des Reizes in den Nerv müssen sich wegen der Trägheit der Moleküle desselben zuerst hemmende Wirkungen zeigen. Nach und nach kommen die erregenden Wirkungen zur Herrschaft, aber auch die hemmenden verschwinden nicht, sondern gerade bei sehr leistungsfähigen Nerven kommen diese während des Reizungsvorganges noch einmal zur Herrschaft.

Diese Erscheinungen lassen nach Wundt sich durch eine rein mechanische Hypothese über die Molekulartätigkeit der Nerven erklären. Im Nerven lassen sich zwei Arten von Bewegung unterscheiden, welche dadurch, daß sie sich einander das Gleichgewicht halten, den Schein der Ruhe hervorbringen: die potenzielle Energie oder der Arbeitsvorrat wird durch Eingehen von loseren Aggregatszuständen (Disgregation) und von loseren chemischen Verbindungen (Dissoziation) aufgespeichert, um beim Eingehen von engeren Verbindungen und dichteren Aggregatsformen wieder frei zu werden und in aktuale überzugehen. Letztere wird sich durch Wärmeerzeugung, Muskelzuckungen ꝛc. bemerkbar machen. Das anfängliche Überwiegen hemmender Kräfte beim Reiz des Nervs erklärt sich also dadurch, daß die zugeführte Bewegung zunächst mehr den Arbeitsvorrat und in so geringem Grade die merkliche Arbeits-Bewegung vermehrt, daß ein Zustand latenter Reizung auf kurze Zeit eintritt, in welchem der Reiz gar nicht zu wirken scheint. Mit Zunahme der aktualen Energie bekommen die erregenden Kräfte das Übergewicht.

Daß mit der Entfernung von der Reizschwelle die Muskel-

Digitized by Google

zuckung anschwillt, zeigt, daß in der Tat nicht durch bloße Fortleitung des äußeren Anstoßes, sondern durch innere Arbeit die Reizung sich ausbreitet.

Um den Reizungsvorgang in der Ganglienzelle zu untersuchen, reizt man den hinteren Stumpf eines sensiblen Nerven am Rückenmark und läßt den mit ihm in gleicher Höhe austretenden motorischen Nerv eine Reflexbewegung ausführen. Die Übertragung vollzieht sich hier durch die zwischen beiden Nerven liegende Ganglienschicht des Rückenmarks. Läßt man nun auf den motorischen Nerv einen direkten Reiz wirken, so tritt die doppelte Erscheinung, welche beim Reizen auf die Nervenfaser beobachtet wurde, auch hier in viel stärkerem Grade auf. Die Reflexbewegung tritt sehr verspätet ein und ist von viel längerer Dauer. Diese Hemmung des Reizes in der Ganglienzelle ist so stark, daß schwache Reize in ihr vollständig verschwinden. Daneben hat sie aber auch die Eigenschaft, viele aufeinanderfolgende Reize, die für sich zu schwach sind, zu summieren. Diese Erscheinungen zeigen schon elektrische Reize, aber ganz besonders auffallend die Reize vermittelst Nervengifte, von denen das Strychnin darum so besonders wirksam (vernichtend) für Reflexerregung ist, weil es seine Zersetzung nicht wie andere über das Mark hinaus verteilt, sondern fast ausschließlich dessen Ganglienzellen angreift. Dabei zeigen sich nach Wundt[1]) folgende Erscheinungen:

1. Es genügen viel schwächere Reize, um Reflexzuckung auszulösen; bald wird sogar eine Grenze erreicht, wo die Reflexreizbarkeit größer wird, als die des motorischen Nerven. 2. Schon bei den schwächsten Reizen, die eben Zuckung erregen, ist diese höher und erheblich länger dauernd, als unter normalen Verhältnissen; bei gesteigerter Giftwirkung geht sie sehr bald in eine tetanische Kontraktion über. 3. Der Eintritt der Zuckung wird immer mehr verspätet, so daß die Zeit der latenten Reizung auf mehr als das Doppelte ihrer gewöhnlichen Dauer vergrößert werden kann. Zugleich nehmen die Unterschiede in der Zeit der latenten Reizung bei starken und schwachen Reizen enorm zu: auf der Höhe der Giftwirkung zeigt der Reflextetanus kaum Gradunterschiede mehr, ob man die stärksten oder die schwächsten Reize wählen möge, aber bei den letzteren ist der Eintritt derselben außerordentlich verspätet. . . . Diese Verlängerung der latenten Reizung steht ohne Zweifel in unmittelbarem Zusammenhange mit der gesteigerten Reizbarkeit. In der durch das Gift veränderten Ganglienzelle kann offenbar der Reiz eine längere Zeit nachwirken, um nach Über-

[1]) Physiol. Psychol. S. 263.

Digitized by Google

windung der anfänglichen Hemmung zuletzt die Erregung auszulösen. Wir müssen demnach annehmen, daß der Reiz in der veränderten Ganglienzelle eine Menge aufeinander folgenden Reizungen hervorbringt, welche sich summierend schließlich Erregung bewirken. Dies führt zu der Vorstellung, daß infolge der Veränderung die hemmenden Kräfte nicht merklich alteriert worden sind, daß aber die erregenden Kräfte nicht, wie es im normalen Zustande geschieht, alsbald nach ihrem Freiwerden ganz oder großenteils wieder gebunden werden, sondern daß sie allmählich sich ansammeln.

Umgekehrt müssen die Fälle gedeutet werden, wo die hemmenden Kräfte in der Ganglienzelle zum Übergewichte gelangen, wie wenn die Reizung motorischer Nerven, welche zu den Ganglien der Vorderhörner führen, nie über diese Ganglien hinaus sich fortpflanzen.

Fragt man nach dem Grunde dieser Hemmungen und Erregungsverstärkungen in den Ganglien, so hat man versucht, sie in physikalischer Weise zu erklären und hat insbesondere E. Cyon eine Theorie der zentralen Hemmungen auf Interferenz der oszillatorischen Nervenerregungen zu gründen gesucht; die Verstärkung der erregenden Kräfte im Nerven müßte dann auf Superposition von Schwingungen zurückgeführt werden. Einfacher ist die oben berührte Molekular-, spezieller chemische Hypothese. Die starke Hemmung in den Ganglien weist auf eine stark disgregierende und dissoziierende Arbeit hin; festere Verbindungen werden in losere übergeführt und komplexere Moleküle hergestellt. Die Nervenzellen scheinen die eigentlichen Werkstätten zu sein, in welchen die äußerst kompliziert zusammengesetzte Nervensubstanz auch der Fasern gebildet und immer wieder erneuert wird. In letzteren prävaliert die Bildung fester Verbrennungsstoffe, bei welcher positive Arbeit geleistet wird; ihre starken physiologischen Funktionen verbrauchen mehr Arbeit, als sie restituieren können; in der Zelle findet Spannung durch Aufbau der Moleküle statt, wobei Arbeit aufgespeichert wird. Somit stellt sich die Nervenzelle in Analogie zur Pflanzenzelle, welche gleichfalls die einfachen, festen Verbindungen (der unorganischen Natur) in losere, komplexere Moleküle umsetzt und so Arbeit (Wärme) aufhäuft, die dem tierischen Körper zugute kommt. Gewiß ist es im allgemeinen dem Tierkörper gegenüber der Pflanze eigen, die in letzterer angehäufte Arbeit zu gebrauchen, die losen Pflanzenmoleküle zu verbrennen; aber ausschließlicher Verbrauch kann im Tierorganismus nicht angenommen werden, es müssen in ihm selbst Werkstätten der Restitution sein. Denn die in Nahrung zugeführte Arbeit ist nicht hinreichend, allen Verbrauch zu decken. Nimmt man nun an, daß durch Gifteinwirkungen oder oft wiederholte mechanische Reize die Zersetzung in der Ganglien-

Digitized by Google

zelle befördert und die Restitution erschwert wird, so muß nach und nach eine große Menge wirklicher Arbeit frei werden, die Erregungen des Nerven sich verstärken.

An diese Ausführungen Wundt's müssen wir jedoch eine Bemerkung knüpfen. Er geht von dem Gedanken aus, daß der bis jetzt betretene Weg, die Vorgänge im Nerven während der Reizung und Empfindung zu ermitteln, wenig sichere Resultate zutage gefördert, höchstens begleitende chemische und elektrische Tätigkeiten nachgewiesen habe, und es darum geratener sei, von einem höheren Standpunkte aus auf indirektem Wege an die Nervenprozesse heranzutreten. Dieser höhere Standpunkt ist nun die Annahme der Allgemeingültigkeit des Gesetzes von der Erhaltung und Umformung der Kraft. Wie unbekannt die Nervenvorgänge auch immer sein mögen, sie können nur Bewegungen sein und im Umsatz der einen Bewegung in eine andere sich vollziehen und so dem Fundamentalgesetz der Natur sich einordnen.

Wir wollen nun gewiß die Bewegungsvorgänge in den Nerven weder in den Fasern noch in den Ganglien selbst in den zentralen Teilen leugnen; aber daß in denselben *bloß* Bewegungen vor sich gehen, ist nichts weniger als ausgemacht. Der Materialismus ist doch, wie auch Helmholtz bemerkt, nur eine Hypothese, die nicht von vornherein als feststehendes, die ganze Welt beherrschendes Axiom zur Erklärung der Tatsachen angenommen werden darf. Es wäre ja doch möglich, daß in den Nerven, zumal in den so wenig ergründeten Zentralganglienkomplexen, mit ihren ganz eigenartigen psychischen Tätigkeiten noch andere Kräfte sich geltend machten, wodurch das Gesetz von der Erhaltung der Kraft eine Modifikation erfahren müßte. Daß dies nicht eine bloße Möglichkeit, sondern wirkliche Tatsache ist, haben wir oben dargetan.

Aber selbst in den speziellen *Annahmen* Wundt's vermissen wir die Konsequenz. Die Ganglienzellen sollen wegen ihrer hemmenden, kraftaufspeichernden Energie die Arbeitsvorratskammer sein für die Nervenfasern, in denen mehr verbraucht als restituiert wird. Aber es kann nicht zweifelhaft sein, daß die Ganglien selbst ungleich mehr Arbeit leisten müssen, als die Nervenfaser. Denn die *Leitung* der letzteren tritt nur bei Reizungen ein, die sehr eingeschränkt sind oder eingeschränkt werden können. Jedesmal werden dabei aber die Ganglien, durch welche sie verlaufen und zu welchen sie führen, miterregt und sodann zu eigener Arbeit veranlaßt. Daneben steht aber das unermeßliche Gebiet der rein geistigen Arbeit, bei welcher die Ganglien (des Gehirns) ohne merkliche Mitwirkung der Fasern in Anspruch ge-

Digitized by Google

nommen sind. Bei derselben wird unvergleichlich mehr Kraft verbraucht, als bei der Leitung der Fasern. Die Kraftzufuhr hat ja auch nicht das Nervensystem, sondern das Adersystem zu besorgen. Die in der Nervenmasse einmündenden Kapillargefäße liefern wie den Ganglien so den Nervenröhren ihre neue Kraft und Masse.

Folgerung. Die Unstofflichkeit der Seele.

Nachdem wir so mit den bedeutendsten Fachmännern die psychophysische Tätigkeit bis zu ihren elementarsten Verhältnissen verfolgt haben, sind wir zugleich an dem Punkte angelangt, an welchem sich die Forderung der Mitwirkung eines unstofflichen Elementes an der Empfindung unabweisbar aufdrängt. Denn alle fassen und müssen den der psychischen Tätigkeit zugrunde liegenden Nervenprozeß als Bewegung von irgend welcher Form fassen. Selbst wenn man denselben als Spannungszustand ansehen will, so ist auch ein solcher ohne Bewegung nicht denkbar. Im Zustande der Spannung sind die Bewegungen, wie auch Wundt hervorhebt, auf die kleinsten Teilchen beschränkt, welche vorübergehend aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht, sofort ohne Neuschaffung von Kraft wieder äußere, wirkliche Arbeit leisten, wenn sie losgelassen werden. Was von der Erregung der peripherischen Nerven feststeht, das gilt aus gleichem Grunde auch von der zentralen Nervensubstanz, dem Gehirn. Seine stoffliche Tätigkeit kann nur in Bewegungsvorgängen bestehen. Nun ist einleuchtend, daß die Bewegung eines einzelnen Atoms, sei sie nun geradlinig, oder elliptisch, oder pendelförmig, oder, wie auch immer gerichtet, kein Empfinden und kein Denken, sondern eben nur Bewegung ist. Tatsächlich erklären die Materialisten die psychischen Tätigkeiten auch nur durch Zusammenwirken sehr vieler Atome und Moleküle. Aber

I. Die Leistung von noch so vielen einzelnen Kräften läßt sich nach mechanischen Gesetzen zu einer einzigen Resultante vereinigen, die wieder genau von derselben Beschaffenheit ist, wie die Komponenten, also Bewegung der Masse. Hat man die Atome a, a′, a″, a‴ . . . . welche bezüglich die Kräfte P, P′, P″, P‴ . . . entwickeln und ihre Tätigkeit auf ein gemeinsames Ziel A richten, und ist P, P′, P″, P‴ gegen die Axe AX eines orthogonalen Axensystems mit dem Anfangspunkte A um $\measuredangle$ α, α′, α″, α‴, gegen AY um $\measuredangle$ β, β′, β″, β‴ und gegen AZ um $\measuredangle$ γ, γ′, γ″, γ‴ geneigt, so kann man zunächst alle Kräfte zu einer Resultante (X) in der Richtung von AX, sodann alle zu Y in der Richtung AY, und zu Z in der Richtung von AZ komponieren durch die Formeln:

Digitized by Google

$$X = P\cos\alpha + P'\cos\alpha' + P''\cos\alpha'' + P'''\cos\alpha''' + \ldots.$$
$$Y = P\cos\beta + P'\cos\beta' + P''\cos\beta'' + P'''\cos\beta''' + \ldots.$$
$$Z = P\cos\gamma + P'\cos\gamma' + P''\cos\gamma'' + P'''\cos\gamma''' + \ldots.$$

Diese 3 Resultanten lassen sich nun durch die Diagonale eines rechtwinkeligen Parallelepipedums zu einer einzigen R zusammensetzen durch die Formel

$$= R \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}.$$

Und so ist evident. daß auch R als mathematisches Resultat von Bewegungskräften diesen gleichartig und auch nur wieder eine Bewegung, aber nie und nimmer eine psychische Tätigkeit sein kann.

II. Nur unter der Voraussetzung also, daß die Tätigkeiten der zusammenwirkenden Elemente bereits psychischer Natur sind, kann aus ihnen ein totaler psychischer Akt resultieren. Nun aber können

1° psychische real unterschiedenen Elementen inhärierende Tätigkeiten nicht zu einer Resultante sich vereinigen. Denn dieselben sind wesentlich immanent, verbleiben in ihrem Subjekte. So lange also die tätigen Elemente nicht real Eins werden. oder durch ein reales Prinzip informiert werden, bleibt jede Tätigkeit geschieden von der andern in ihrem Subjekte. Wenn z. B. zwei Bewußtsein zweier Menschen auch noch so nahe aneinander gebracht würden, nie und nimmer könnte daraus ein Gesamtbewußtsein, etwa von doppelter Stärke entstehen. Nur bei Tätigkeiten, die nach außen gerichtet sind, kann eine gemeinsame Richtung derselben auf einen gemeinsamen Angriffspunkt, oder eine Einwirkung des einen Agens auf das andere und damit eine Zusammensetzung der Kräfte stattfinden. Bei den immanenten Tätigkeiten sind aber die verschiedenen Tätigen selbst die verschiedenen Zielpunkte; denn sich stellt der Wahrnehmende etwas vor, sich begehrt der Wille ein Gut.

2°. Die angenommenen partialen psychischen Tätigkeiten haften entweder wieder an zusammengesetzten Elementen oder haben einfache Träger, etwa einzelne Atome. In ersterem Falle haben wir wieder dieselbe Ungereimtheit in der Zusammensetzung immanenter Tätigkeiten aus partialen Komponenten, wie unter 1°.

In letzterem Falle werden die Atome entweder materiell gefaßt oder immateriell. Sind sie immateriell, so können sie wohl Träger psychischer Tätigkeiten sein, aber a) ohne gemeinsames, sie alle umfassendes, immaterielles Prinzip ist eine Einigung ihrer Tätigkeiten unmöglich; b) die Annahme von perzipierenden Elementen der Körper ist eine ungereimte Dichtung.

Sind aber die Elemente materiell, so sind sie wie aller Stoff

Digitized by Google

nur nach außen gehender Tätigkeit fähig, und wie wir bereits bemerkten, schreiben meist auch die Materialisten die Wahrnehmung nicht einzelnen Atomen, sondern den sehr komplexen Molekülen oder Molekularverbindungen der Nervensubstanz zu.

Also muß das empfindende Prinzip unstofflich sein. Dies möge hier genügen; die ausführliche Widerlegung des Materialismus geben wir an einem anderen Orte.

Digitized by Google

Sechstes Kapitel.

Fortführung und Bekämpfung der Fechner'schen Psychophysik.

Das ganze Interesse der Psychophysik Fechner's ist auf die Konstatierung des Weberschen Gesetzes gerichtet, um auf Grundlage desselben die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung mathematisch zu formulieren. Diese Bestrebungen haben die ganze Aufmerksamkeit der neueren Psychologen auf dieses neue Wissensgebiet gelenkt und den Anstoß zu der naturwissenschaftlichen Behandlung der psychischen Erscheinungen, zu einer neuen Wissenschaft, der experimentellen Psychologie gegeben. Dieselbe ist seitdem in ihren Arbeiten weit über das Programm Fechner's hinausgegangen, und hat das gesamte Seelenleben dem Experimente zu unterwerfen gesucht. Zunächst aber mußte sie an Fechner sich anlehnend, dessen Prinzipien und Methoden prüfen oder nachprüfen, wobei sich sehr oft ein starker Gegensatz zu seinen Resultaten ergab. Das Webersche Gesetz wurde nicht allgemein gültig gefunden, die Maßmethoden für fehlerhaft erklärt usw.

Fechner verteidigt seine Psychophysik.

Schon zu Lebzeiten Fechner's erhob sich eine große Zahl Gegner, die er zum Teil noch selbst widerlegen konnte. Er tat sie alle zusammen ab, indem er auf ihre Uneinigkeit hinwies. Er verglich sie mit den Erbauern des Turmes von Babel, der wegen ihrer Uneinigkeit in Nichts zerfiel. Man kann ihm darin nicht ganz unrecht geben, und noch bis zur Stunde leidet die empirische Psychologie an demselben Gebrechen: je eifriger an allen Ecken und Enden, von Berufenen und Dilettanten an dem seelischen Innern experimentiert wird, um so mehr abweichende, ja einander widersprechende Resultate oder Erklärungen werden zutage gefördert. Fast jedes Heft der diesen

Digitized by Google

Studien gewidmeten zahlreichen deutschen, englischen, französischen usw. Zeitschriften bringt eine Berichtigung, oder Ergänzung der Angaben eines früheren Heftes. Indeß haben die Experimente und Statistiken auch manche bemerkenswerte Resultate erzielt, weshalb wir im Folgenden einen gedrängten Abriß von der Entwicklung der experimentellen Psychologie in ihrem gegenwärtigen Stande geben.

Die ersten Angriffe auf sein Maßsystem hat, wie bemerkt, Fechner selbst noch abwehren können. In seiner letzten Schrift: „Revision der Hauptpunkte der Psychophysik" [1]) wendet er sich besonders gegen G. E. Müller, einen der hervorragendsten Vertreter dieser Wissenschaft, der allerdings eine eingehende Berücksichtigung verlangte. Derselbe gibt zu, daß die Maßformeln Fechner's sich aus dem Weberschen Gesetze ableiten lassen; aber dieses Gesetz erleide in der äußeren Psychophysik allzuviele Ausnahmen. Dafür stellt er folgendes Gesetz auf:

„Bei allmählich wachsender Reizstärke nimmt die relative Unterschiedsempfindlichkeit in verschiedenen Sinnesgebieten, z. B. auch im Gebiete des Drucksinnes, zunächst zu, erreicht bei gewisser Reizintensität ein Maximum, und nimmt dann, nachdem sie dieses Maximum erreicht hat, bei fortgesetzter Steigerung der absoluten Reizstärke allmählich wieder ab."

Um nun auch die Abweichungen vom Weber'schen Gesetze mit in die mathematische Formel aufzunehmen, stellt er eine allgemeinere Formel auf, in welcher er die Empfindung (s) nicht einfach dem Logarithmus des Reizes (r), sondern dem Logarithmus einer Funktion (φ) des Reizes proportional gehen läßt. Es lautet seine korrigierte Maßformel:

$$s = k \cdot \log \varphi(r),$$

woraus durch Differenzieren die „korrigierte Fundamentalformel":

$$ds = \frac{k \cdot \varphi'(r)\, dr}{\varphi(r)}$$

entsteht.

Dagegen bemerkt Fechner: Faktisch werden meine, auf das wegen der Abweichungen korrigierte Gesetz bezogenen Formeln durch seine wegen derselben unkorrigierten weder ersetzt noch vertreten, und statt auf eine fundamentale Bedeutung hin korrigierte Formeln darin sehen zu können, hat man vielmehr unkorrigierte unbestimmte Abweichungsformeln darin zu sehen. Müller macht nun ausgedehnten Gebrauch von diesen Formeln, nirgends aber habe ich den Nutzen dieses Gebrauches einsehen können, sondern nur den Nachteil, Aufgaben, die sich bestimmter fassen und behandeln lassen, ins Unbestimmte zu ziehen,

1) Leipzig 1882.

Digitized by Google

im Unbestimmten zu halten, und der Prüfung durch Erfahrung den bestimmten Anhalt zu entziehen.

Nun zählt zwar Müller einige aus Erfahrungen in der äußeren Psychophysik entnommenen gesetzlichen Beziehungen zwischen Reiz und Empfindungen auf, nach denen das φ seiner Formeln näher zu bestimmen sei, aber nur als Forderung, ohne eine nähere Bestimmung von φ selbst darnach vorzunehmen, wodurch die Formeln auf die Grenzen dieser Forderungen eingeschränkt würden, und ohne die solidarische Erfüllbarkeit aller durch irgend welche Form von φ zu beweisen oder auch nur an einem Beispiel zu erläutern.

Dazu schließt seine Maßformel bei aller ihrer Unbestimmtheit eine willkürliche Beschränktheit ein, denn von vornherein sieht man nicht ein, und Müller hat gar nichts getan, um seine Wahl zu motivieren, warum statt $s = k \cdot \log \varphi(r)$ nicht vielmehr

$$s = k \cdot \varphi(\log r)$$

zu stehen hätte.

Möchte sich nun auch gegen diese formalen Einwürfe eine Erwiderung in allgemeinen Ausdrücken finden lassen, so steht Müller noch der schwerste Einwurf bevor, ein sachlicher. Nach seiner Ansicht geht die äußere Reizstärke der Nervenerregung logarithmisch und letztere der Empfindung einfach proportional. Für ihn gibt es also keine negativen Empfindungen, sondern auch der geringsten Nervenerregung entspricht schon eine endlich positive Empfindung. Weil nun aber in der auf das Weber'sche Gesetz gestützten Maßformel $s = k. (\log r - \log \rho)$ negative Empfindungen vorkommen, wenn nämlich r kleiner als der Schwellenwert des Reizes (ρ) ist, so läßt Müller das reine Weber'sche Gesetz und somit die Maßformel nicht gelten. Daß es aber eine Täuschung ist, somit die negativen Empfindungswerte los zu werden, läßt sich leicht zeigen.

Zuvörderst wird nach Müllers korrigierter Maßformel die Empfindung eben so gut schon bei einem endlichen Reizwerte null, als nach der auf das reine Weber'sche Gesetz gestützten Maßformel. Denn setzen wir einmal, s werde vielmehr bei einem Nullwerte des Reizes null, so geht Müllers Formel für diesen Fall über in

$$0 = k \cdot \log \varphi(0)$$

Nun ist $\varphi(0)$, weil die Variabele r darin fehlt, eine Konstante, also

$$0 = k \cdot \log \text{Const.}$$

Diese Formel ist aber in sich widerspruchsvoll, denn von endlicher Größe kann Const und damit log Const nicht sein, weil der Null auf der ersten Seite der Gleichung nicht entsprochen würde. Gleich

Digitized by Google

Null aber kann Const ebenso wenig sein, weil $\log 0 = -\infty$ und wir dann hätten $0 = -\infty$. Also bleibt nichts übrig, als für $s = 0$ dem Reize r einen endlichen Wert zu geben.

Kommt nun die mit r absteigende Empfindung s schon bei einem endlichen Werte von r, also bei einem Schwellenwerte ρ auf Null herab, so kann sie bei noch weiterem Sinken von r ohne Verletzung der Kontinuität nicht 0 bleiben, noch in Widerspruch mit der Erfahrung wieder wachsen, also bleibt wieder nichts übrig, als sie mit Sinken von r über die Schwelle ρ in negative Werte übergehen zu lassen. (Dagegen läßt sich doch noch manches einwenden, wie, daß die Kontinuität der Abnahme von s unter 0 nicht erwiesen ist).

Müller meint ferner, daß man selbst dann, wenn man den Reiz der Nervenerregung einfach proportional denke und von dieser die Empfindung logarithmisch abhängen lasse, nicht genötigt sei, negative Empfindungen anzunehmen, weil eine Formel zu Gebote stehe, welche für alle Werte von E, die > 1 sind, ganz dieselben Werte von s gibt, wie Fechner's psychophysisches Gesetz, hingegen für diejenigen Werte von E, die < 1 sind, ebenso wie für den Wert $E = 1$ keine negative Empfindungsgröße, sondern nur den Nullpunkt der Empfindung gibt.

Die Formel ist diese

$$s = \frac{2\,K \log E}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{\sin x \,.\, \cos x \,.\, \frac{dx}{x}}{E},$$

worin als Einheit von E der Schwellenwert der psychophysischen Erregung gilt.

Dagegen bemerkt Fechner: Diese Formel imponiert in der Tat mit ihrem kometenartig ins Unendlich ∞ gestreckten Integralschweife; nur finde ich eine eigene Zumutung darin, daß die psychophysische Ansicht sich daran halten soll, da gar nicht abzusehen, wie sie dazu kommen soll. Denn daß es in der abstrakten Mathematik eine solche Formel gibt, reicht doch nicht hin, sie in der Psychophysik zu verwenden, ohne einen Weg zu zeigen, der in ihr selber dazu führt. Nun kommt die psychophysische Ansicht vom Weber'schen Gesetz, wonach nicht die Nervenerregung, sondern die Empfindung dem Logarithmus des Reizes proportional geht, nach Übersetzung des Reizes in psychophysische Erregung unmittelbar zu

$$s = \log E + \text{Const.}$$

Auf welchem mathematischen Wege man aber dazu kommen soll, die additive Konstante in einen Faktor zu übersetzen, in welchen gar die

Digitized by Google

Variabele E mit eingeht, ist mir ganz unerfindlich. Dazu schließt obige Formel eine Diskontinuität ein; man duldet aber sonst in Formeln, die sich auf Realitäten beziehen, keine solche, und niemand wird es einfallen, zu glauben, daß die fundamentale Beziehung zwischen Empfindung und psychophysischer Tätigkeit durch eine so wunderlich zusammengesetzte Formel ausdrückbar sei. Endlich vermisse ich noch den Beweis, daß diese Formel für alle Werte von $E > 1$ wirklich dieselben Werte von s als eine rein auf das Weber'sche Gesetz gestützte Formel wiedergibt, und sehe zunächst den Weg des Beweises nicht ein. Doch da Müller die Behauptung dafür aufstellt, wird er auch wohl den Beweis dafür haben.

Kritik des Maßprinzips und des Weber'schen Gesetzes.

Viel heftigere Angriffe hat Fechner's Methode nach seinem Tode erfahren. Schon Elsas, dessen Einwände wir oben anführten, bemerkte, daß er keinen Lorbeerkranz auf das Grab des eben Dahingeschiedenen legen könne.

L. Lange[1]) „Über das Maßprinzip der Psychophysik und den Algorithmus der Empfindungsgrößen" geht soweit, zu behaupten[2]) in dem Fechner'schen Maßprinzip, das die Messung der Empfindung von dem Reize abhängig macht, liege ein Circulus vitiosus oder eine Tautologie. Die Berufung Fechner's auf ein ähnliches Verfahren beim Messen physischer Größen, z. B. der Kräfte durch Bewegungen, also durch Raum und Zeit treffe nicht zu, da wir die Kräfte in sich nicht kennen, die Empfindungen aber uns anschaulich im Bewußtsein gegeben seien. Darum gibt er ein Maßprinzip der Empfindungen, das die Reize gar nicht nötig hat.

„Ebenso wie von zwei gleichartigen Empfindungen kann man auch von zwei gleichartigen Empfindungsunterschieden unmittelbar angeben, ob sie sich dem Bewußtsein als gleich groß darstellen oder nicht. Sind nun zwei Reize $r < R$ und ihnen entsprechende Empfindungen $e < E$ gegeben, so kann man (vom Reize 0 ausgehend und nach oben fortschreitend) einen Reiz r_1, ferner einen Reiz $r_2 > r_1$, einen Reiz $r_3 > r_2$ usw. so konstruieren, daß die entsprechenden Empfindungsunterschiede der Beziehung $e_1 - 0 = e_2 - e_1 = e_3 - e_2 = \ldots$ Genüge leisten. Es stelle sich nun, indem man diese Skala zunehmender Empfindungsintensitäten schafft, heraus, daß eine der darin enthaltenen Empfindungen, etwa e_m mit e, und eine der noch höher

1) Philosoph. Studien. Von W. Wundt. X. Bd. 1894.
2) S. 125 ff.

Digitized by Google

gelegenen Empfindungen, etwa e_n mit E an Intensität gleichkommt. Man hat alsdann von der Empfindung Null bis zur Empfindung e gerade m einander gleichende Intensitätsstufen von bestimmter Größe, und von der Empfindung Null bis zur Empfindung E genau n Stufen der gleichen Größe erstiegen. Und dem entsprechend wird nun das Verhältnis e : E einfach durch die Proportion e : E = m : n zu definieren sein."

Damit glaubt der Verfasser den Streit über die Meßbarkeit von Empfindungen überhaupt und zwar zu Gunsten Fechner's entschieden. Er hat aber selbst ein anderes starkes Bedenken gegen die psychophysischen Maßmethoden.

„Die Vorstellung des numerischen Verhältnisses zweier Empfindungen beruht nach dem Vorhergehenden auf einer Art von Skalenbildung. Es wird gewissermaßen eine Stufenleiter von Empfindungen konstruiert, in welcher die Sprossenweite allerwärts von derselben Größe ist." Es ist aber nicht ausgemacht, daß es für die Vergleichung irrelevant ist, „was für eine fundamentale Sprossenweite man anwendet". Auf anderen Maßgebieten ist allerdings die Entscheidung der Gleichheit zweier Größen von dem Betrage der fundamentalen Sprossenweite, d. h. der Einheit unabhängig; aber der Grund, der für die Unabhängigkeit von der Einheit auf physikalischem Gebiete spricht, gilt nicht ohne weiteres für Empfindungsintensitäten. Denn bei linearen Raumbestimmungen kann man die zu vergleichenden Strecken durch Deckungen abmessen, nicht so bei Empfindungen.

Dieser Schwierigkeit kann man dadurch entgehen, daß man immer dieselbe Einheit zugrunde legt, z. B. nur eben merkliche Unterschiede der Empfindungen. Doch hält es Verf. für möglich, daß der ganze Algorithmus der Psychophysik eine Umgestaltung erfahren müsse, wenn die Sprossenweite der Empfindungsskala nicht ohne Einfluß auf die Beurteilung der Gleichheit auf diesem Gebiete sein sollte.

Die Gleichheit der Sprossenweite wird von späteren Experimentatoren tatsächlich geleugnet. So von W. Ament,[1]) „Über das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden bei Licht- und Schallintensitäten." Seit Fechner nimmt man allgemein an, daß die ebenmerklichen Empfindungsunterschiede auf jeder Stufe der Intensitätsskala die gleiche Größe haben; man betrachtete sie darum als die homogenen Einheiten, aus denen durch Summierung die übermerklichen

1) Philosophische Studien XVI. S. 135 ff.

Digitized by Google

Empfindungen entstehen. Wundt, Brentano u. a. hegten Zweifel an der Richtigkeit dieser Annahme. Der Verf. fand durch seine Versuche: „Hiernach muß man sich die Unterschiedsschwelle als eine mit den Reizen wachsende Größe vorstellen und somit die alte Fechner'sche Annahme aufgeben, daß sie die Maßeinheit innerhalb des Gebietes der Empfindungsmessung schlechthin sei."

O. Külpe[1]) stürzt darum das ganze „psychophysische Formelsystem" Fechner's um; das „Ebenmerkliche hat von sich keineswegs, wie Fechner meinte, eine notwendige Beziehung zur Gleichheit der entsprechenden Empfindungen oder Empfindungsunterschiede", im Gegenteil glaubt er: mit Ament konstatiert zu haben, „daß die ebenmerklichen Unterschiede mit der Intensität der sie begrenzenden Empfindungen wachsen."

Gegen Lehmann, der die Gleichheit der ebenmerklichen Unterschiede festhält und die Experimente Ament's und Külpes die das Gegenteil dartun richtet sich ein weiterer Aufsatz von Külpe: „Zur Frage nach der Beziehung des ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden."[2])

Insbesondere behauptet Külpe, daß die untere Abweichung vom Weber'schen Gesetze nicht durch das Augenschwarz Fechner's, nicht durch das Tagesgeräusch, nicht durch einen Zeitfehler erklärt werden kann.

Die neuesten Versuche hierüber hat J. Fröbes auf Anregung von G. E. Müller angestellt.[3])

Fröbes hat die Versuche von Ament nachgeprüft und vielfach bestätigt gefunden. So wird von einer bestimmten Gruppe von Versuchspersonen eine untere Differenz von 600 gr. Gewicht einer oberen von 300 gleichgeschätzt. Allgemeiner fand sich, daß wenn man Papiere inbezug auf Helligkeit mit abgestuftem Grau mit einander zu vergleichen hat, bei den dunkleren mehrere Stufen nötig sind, um einen Unterschied zu empfinden, während bei den helleren jede neue Graustufe erkannt wird. „Wenn durch fortgesetzte Vergleichungsversuche die mittlere Helligkeit zwischen dem dunkelsten und hellsten Grau nach der Empfindung aufgesucht wird, so liegt dieselbe bei der höchsten Helligkeit der oberen Grenzhelligkeit 2 bis 3 mal näher als der unteren Grenzhelligkeit."

---

1) Über das Verhältnis der „ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden". Congrès de Psychol. 1900. Paris 1900.

2) Philos. Studien 1902. 18. Bd. S. 328 ff.

3) Ein Beitrag über die sog. Vergleichungeu übermerklicher Empfindungsunterschiede. Zeitschr. für Psych. u. Phys. 1904. 36. Bd. S. 241 ff. 344 ff.

Digitized by Google

In freundlicher Weise haben andere Experimentatoren die von Fechner gefundene Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung untersucht und günstiger ihn beurteilt.

In einer Abhandlung der „Philosophischen Studien": Zur Frage der Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes bei Lichtempfindungen wird von E. Kraepelin die Methode der ebenmerklichen Unterschiede in ungefähr 3000 Experimenten angewandt und die vielbesprochene Frage über die Ausdehnung des Weber'schen Gesetzes im Gebiete der Lichtempfindungen einer neuen Prüfung unterworfen. Zur Variierung der Lichtstärke diente einmal die Anwendung verschiedener Lichtquellen, Tageslicht, Kerzenlicht und Lampenlicht, welches letztere sich als das zweckmäßigste erwies und darum auch vorzüglich in Anwendung gebracht wurde. Weiter wurde eine Schwächung des Lichtes durch Entfernung des Auges von der Quelle durch Einschieben von 9 verschieden dunklen Gläsern bewirkt. Auf diese Weise konnte die Beleuchtungsintensität von 1,42 bis zu 1000 variiert werden. Die Beobachtungen mit dem linken Auge unterscheiden sich erheblich von denen mit dem rechten. Ferner die, welche von dem hellsten grauen Glas zu den dunkleren fortschritten (I. Typus), von denen, welche die umgekehrte Reihenfolge einhielten (II. Typus). Der Unterschied der Augen erwies sich als ein physiologischer. Das linke hatte nämlich eine geringere Sehschärfe, was denselben Effekt hat, als wenn der Reiz abgeschwächt worden wäre. Die Unterschiede, welche die beiden Typen darboten, sind wohl auf Rechnung der Adaption resp. deren Mängel zu setzen. Bei Musterung der Versuchsreihen ergibt sich nämlich, daß die Typen übereinstimmen, wenn von niedern Helligkeitsgraden zu höhern fortgeschritten wird; beim Übergang von höhern zu niedern sinkt die Unterschiedsempfindlichkeit und ihre Schwankungen nehmen zu. Die Differenzen zwischen beiden Reihen treten hauptsächlich bei geringen Lichtintensitäten auf; nun hat aber Aubert gezeigt, daß das Auge immerhin einige Minuten bedarf, um sich niedrigen Helligkeitsgraden ausgiebig zu adaptieren.

Die Unterschiedsschwellen fanden sich nicht bei allen Intensitäten ganz konstant, sondern mit Abnahme der Intensität wachsen sie, anfangs langsamer, später aber ziemlich rasch. Beim Herabsteigen der Lichtstärke von 1000 auf 305 ist die Unterschiedsschwelle ziemlich konstant, sie wächst von da mäßig bis zur Helligkeit 45, stärker aber von da ab. Die Variation des Schwellenwertes für das rechte Auge liegt indessen nur zwischen 1 und 1,3, für das linke von 1 auf 3,8 innerhalb der Beleuchtungsintensitäten 1000 — 1,42. Im Gebiete der untern Abweichung vom Weber'schen Gesetze geht die Unterschieds-

Digitized by Google

schwelle nur sehr langsam in die Höhe: bei einem Sinken der Lichtstärke von 14,17 auf 1,42 steigt sie von 1,2 auf 2,8. Der mittlere Wert der Unterschiedsschwelle stimmte mit dem von andern Forschern gefundenen überein; er betrug: 0,00823 $= \frac{1}{121,52}$, d. h., wir können noch einen Lichtreiz unterscheiden, der sich nur um $\frac{1}{121,52}$ von seinem Grunde abhebt.

Kraepelin schließt: „Jedenfalls glaube ich den Nachweis geliefert zu haben, daß das Weber'sche Gesetz innerhalb einer Breite von Lichtintensitäten, die sich verhalten, wie 9,61 : 1000 eine strenge, in noch größerem Umfange aber wenigstens eine sehr annähernde empirische Gültigkeit hat, vorausgesetzt, daß man die periphere Erregbarkeit der Netzhaut auf gleicher, annähernd maximaler Höhe erhält."

Als Ursache der unteren Abweichung vom Weber'schen Gesetze bei Lichtreizen werden zwei Faktoren geltend gemacht, die Erregungen der Netzhaut durch das diffuse Licht auf dem Augenhintergrund (das Augenschwarz Fechner's) und die Erregbarkeit der Netzhaut. Letztere hat nämlich eine physiologische Schwelle: erst ein Reiz von bestimmter Stärke wird dieselbe so erregen, daß das Zentralorgan mit erregt wird. Bei Abschwächung der zwei äußern Reize, die mit einander verglichen werden sollen, wird also ein Punkt eintreten, daß der schwächere die Netzhaut nicht mehr stark genug erregt, und folglich die Unterschiedsempfindlichkeit sinkt.

E. Tischer setzt sich in einer längeren Abhandlung „Über die Unterscheidung von Schallstärken" in den „Philosophischen Studien" drei Punkte zum Ziele. Zunächst soll eine objektive Maßbestimmung von Schallstärken ermittelt werden. Sodann soll eine Prüfung des Weber'schen Gesetzes im Gebiete der Schallempfindungen nach der Methode der Minimaländerung mitgeteilt werden. Drittens soll die Frage beantwortet werden: Welches ist die Zeit der Unterscheidung zwischen zwei oder mehreren deutlich unterscheidbaren Schallstärken und wie wächst die Unterscheidungszeit mit der Anzahl der zu unterscheidenden Schallreize.

1. Inbezug auf ersteren Punkt war früher die Meinung verbreitet, die Schallstärke sei einfach der Masse und der Höhe einer herabfallenden Kugel proportional; $i = c.\ p.\ h$, worin i die Intensität des Schalles, p das Gewicht der von der Höhe h herabfallenden Kugel bedeutet und c eine Konstante. Vierordt fand aber schon, daß die Formel allgemein nicht gültig sei, sondern eher die andere $i = c.\ p\ \sqrt{h}$. Er glaubte einfach, die Schallstärke durch $p.\ \sqrt{h}$ messen

Digitized by Google

zu können. Damit stimmen auch die Versuche von Oberbeck, der in der Formel

$$i = p. h^{\varepsilon}$$

den Wert von ε empirisch zu bestimmen suchte und den Mittelwert $\varepsilon = 0{,}641$ erhielt, so daß also wäre:

$$i = p. h.^{0{,}641}.$$

was gut mit der Vierordt'schen Formel $i = p. h^{0{,}5}$ stimmt.

Tischer nahm nun die Versuche mit dem Hippschen Fallbrett wieder auf, er bediente sich mehrerer Bleikugeln von 20—50 Gramm Gewicht und ließ h von 8 bis 60 cm variieren. Da ergab es sich, daß von einer akustischen Maßformel nicht die Rede sein könne. Der Wert von ε hing nicht allein von der Fallunterlage (Metall, Holz, mit Tuch überspanntes Brett) ab, sondern änderte sich auch mit Gewicht und Fallhöhe. Er schwankte zwischen 0,6 und 1, ja überstieg manchmal noch die Einheit. „Für die Psychophysik ist das Gesamtresultat der Versuche im wesentlichen ein negatives, es lehrt, daß eine allgemeingiltige Maßformel für die Stärke von Schallreizen nicht existiert, und daß jeder psychophysischen Untersuchung eine vorherige empirische Ermittelung der angewandten Schallstärke vorausgehen muß."

In einem späteren Aufsatze der „Philos. Stud." gibt Tischer etwas mehr positive Resultate über die Abhängigkeit der Schallstärke von der Höhe und dem Gewichte der fallenden Kugel. Beim Aufschlagen der Kugeln geht ein Teil der lebendigen Kraft nicht in Schallbewegung, sondern in Wärme oder Deformation der (Blei-) Kugeln über. Und zwar ergibt sich: „Der relative Schallverlust ist bei kleinem Fallgewicht und großer Fallhöhe größer als bei großem Fallgewicht und kleiner Fallhöhe". Genauer:

I. Die Schallstärke wächst langsamer als die Fallhöhe, aber so, daß sie mit wachsender Fallhöhe der Proportionalität mit letzterer mehr und mehr zustrebt.

II. Die Schallstärke wächst um so langsamer mit der Fallhöhe, je kleiner das Fallgewicht ist.

III. Die Schallstärke ist dem Fallgewicht nicht proportional, sondern nimmt bei großen Gewichten langsamer zu, als bei kleinen.

Damit stimmt gut, was Oberbeck gefunden:

I. „Die Intensität wächst viel langsamer als die Fallhöhe; sie ist eher proportional der Quadratwurzel aus derselben."

II. „Die Intensitäten sind den Fallgewichten innerhalb gewisser Grenzen proportional. Bei großen Gewichten wachsen sie etwas langsamer."[1])

1) Diese Resultate von Tischer müssen nach späteren Versuchen von Starke u. Merkel etwas modifiziert werden, wovon an einem anderen Orte.

Digitized by Google

2. Um nun das Weber'sche Gesetz zu prüfen, nach welchem die Reizunterschiede um so größer sein müssen, wenn eine gleiche Steigerung der Schallempfindung erzeugt werden soll, fiel eine Kugel p während einer Versuchsreihe immer von der Höhe h und erzeugte einen Schallreiz r. Die andere Kugel p' fiel bei Beginn einer jeden Versuchsreihe von der Höhe h' herab, welche so gewählt wurde, daß r gleich stark wie r' gehört wurde. Allmählich wurde h' so vergrößert, daß r' eben stärker erschien, als r. Sodann wurde h' unter h verkleinert, bis zu dem Punkte, wo r' eben schwächer als r empfunden wurde. Indem man nun aus den Höhen die Schallstärken nach früheren Versuchen bestimmte und das arithmetische Mittel aus den eben übermerklichen und den eben untermerklichen Reizen nahm, konnte der Zuwachs des Reizes konstatiert werden, welcher zu einer merklichen Empfindungsverstärkung gehört. Bezeichnet man den Reizzuwuchs, der einen eben merklichen Empfindungsunterschied verursacht, mit $\triangle r$, so wurde das Verhältnis $\frac{\triangle r}{r}$ für die verschiedensten r ziemlich konstant gefunden. Tischer bestimmt den Reizumfang, für den das Weber'sche Gesetz gilt, mit Wahrscheinlichkeit auf 800. Für verschiedene Versuchspersonen wurde gefunden

$$\frac{\triangle r}{r} = \begin{cases} \text{bei Wundt} & 0{,}391 \\ \text{„ Hubrig} & 0{,}451 \\ \text{„ Mahner} & 0{,}383 \\ \text{„ Lorenz} & 0{,}370 \\ \text{„ Merkel} & 0{,}363. \end{cases}$$

Renz und Wolf bedienten sich noch der Methode der richtigen und falschen Fälle, des Tiktaks einer Uhr, indem sie die Schallstärken durch Annäherung und Entfernung des Ohres von der Uhr variierten. Sie unterschieden Schallstärken, die sich verhielten wie 100 : 72, was für $\frac{\triangle r}{r}$ gibt $\frac{100}{72} - 1 = 0{,}389$, was mit dem Obigen gut stimmt, denn das Mittel aus den fünf angegebenen $\frac{\triangle r}{r}$ ist 0,391.

3. Die dritte Aufgabe war, zu ermitteln, welche Zeit wir brauchen, um zwei an Stärke verschiedenen Schalleindrücke als solche zu unterscheiden. Weil diese Zeit aber offenbar sehr verschieden sein muß, je nachdem man einen Schall erwartet, oder nicht, ob man zwei oder mehrere Eindrücke zu unterscheiden hat, so wurde zur Vereinfachung der Experimente vorausgesetzt, daß man darauf gefaßt war, in den nächsten fünf Sekunden werde einer von mehreren Eindrücken erfolgen.

Digitized by Google

Wird die Zeit zwischen der Einwirkung eines Schalles und dem Vollzuge einer unmittelbar darauf ausgeführten Reaktionsbewegung z. B. Niederdrücken eines Knopfes, der das Chronoskop zum Stillstand bringt, als einfache Reaktionszeit mit R bezeichnet, die Zeit, die zwischen dem Schalleindruck und der nach der unterscheidenden Erkennung der Intensität vollzogenen Reaktionsbewegung liegt, mit Ru, so ist die Unterscheidungszeit U = Ru — R. Bezeichnet nun U(2) die Unterscheidungszeit, wenn es sich um 2 zu erwartende Schallstärken handelt, U(3) die Zeit für 3 Schallstärken u. s. w., so wurden für 9 Versuchspersonen aus zahlreichen Experimenten folgende Resultate gefunden:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
U(2) =	6	8,5	10,75	10,7	33	53	35,3	79,3	131.6
U(3) =	10	14,4	19,5	22,7	58,5	57,8	102,9	137	204,6
U(4) =	16,7	20,8	29	29,1	75	84	129.5	159,2	196
U(5) =	25,6	31	—	40,1	95,5	138	—	149,3	—.

Die Zahlen bezeichnen Tausendstel der Sekunde. Man sieht, daß mit der Zunahme der Schalleindrücke die Dauer der Unterscheidungszeit stark wächst, aber bei verschiedenen Personen verschieden.

Mit den Versuchen über die Unterscheidungszeit wurden auch solche über die Wahlzeit verbunden. Man suchte zu ermitteln, welche Zeit verfließt, um nach gleich wahrscheinlich zu erwartenden Eindrücken zwischen zwei verabredeten Reaktions-Bewegungen, z. B. Druck mit der rechten oder linken Hand, zu wählen.

Man fand, wenn es sich um Wahl zwischen Ruhe und Bewegung handelte, für die erwähnten Personen:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
178,8	170	154	134,5	138	110,3	86.5	71	52.

Wenn es sich um Wahl zwischen rechter Handbewegung und linker handelte, für

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
177,5	172,5	179	170	131,8	109	74	77	33.

Die Wahlzeiten verlaufen also den Unterscheidungszeiten gerade entgegengesetzt.

Die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung hat Jul. Merkel einer neuen Prüfung[1]) und zwar zunächst im Gebiete der Lichtempfindungen unterworfen. Indem er die Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes und dessen Auffassung seitens verschiedener Forscher durch verschiedene Methoden experimentell prüft, kommt er zu dem Schlusse:

1) Philos. Stud. 1894 10. Bd. S. 507.

Digitized by Google

I. Innerhalb der Reizstärken $^1/_2$ bis 96 zeigen die Versuche nach der Methode der eben merklichen Unterschiede eine Zunahme der relativen Unterschiedsempfindlichkeit mit der absoluten Lichtstärke, die Versuche nach der Methode der mittleren Abstufungen liefern hier Werte, welche zwischen den arithmetischen und geometrischen Mittelwerten der konstanten Reize liegen.

II. Innerhalb der Reizstärken 96 bis 1536 bleibt die relative Unterschiedsempfindlichkeit nahezu konstant, während sich als mittlere Reize angenähert die arithmetischen Mittel ergeben.

Inbezug auf den Lichtkontrast stellt Merkel das Doppelgesetz auf: „Die Größe des sukzessiven Kontrastes ist direkt abhängig von der Größe des Unterschieds der kontrastierenden Empfindungen und indirekt von der Größe der Empfindungen, die durch den Kontrast gehoben oder herabgedrückt werden."

Als allgemeines Ergebnis seiner Untersuchungen bezeichnet Merkel die Richtigkeit der Verhältnishypothese, d. h. „Wenn zwei Reize eben unterschieden werden sollen, so müssen die durch sie hervorgerufenen Empfindungen in einem konstanten Verhältnisse zu einander stehen."

Was das von Fechner behauptete logarithmische Abhängigkeitsverhältnis von Reiz und Empfindung anlangt, so ist „hiernach nur für das Logarithmensystem, welches als Grundzahl die Größe C, d. h. das Verhältnis eben unterscheidbarer Reize hat, die Empfindungsstufe gleich dem Logarithmus des Reizes". „Die Merklichkeitsstufe der Empfindung wächst proportional dem Logarithmus des Reizes, geteilt durch den Logarithmus des ebenmerklichen Reizverhältnisses."

Bekanntlich läßt die Tatsache des Weber'schen Gesetzes, nach welcher man den Unterschied zweier unmittelbar aufeinander folgenden oder gleichzeitig einwirkenden Reize nur dann eben merkt, wenn die Reize ein konstantes Verhältnis haben, eine doppelte Erklärung, eine physiologische und psychologische zu. Da aber Aufmerksamkeit und Übung auf die absolute Größe des Verhältnisses eben merklicher Unterschiede deutlich erkennbaren Einfluß üben, so hält Merkel die psychologische Deutung des Gesetzes, wie sie Wundt gegeben, für die richtige.

„Wir besitzen in unserm Bewußtsein kein absolutes, sondern nur ein relatives Maß für die Intensität der in ihm vorhandenen Zustände. Wir sind deshalb gezwungen, jeden Zustand an einem anderen zu messen und wir konstatieren daher einen bestimmten Unterschied, wenn der Zuwachs einen gewissen konstanten Bruchteil einer vorangehenden oder gleichzeitig wirkenden Empfindung erreicht hat."

Somit erscheint das Weber'sche Gesetz als ein besonderer Fall

Digitized by Google

eines allgemeinen Gesetzes, welches Wundt als das Gesetz der Beziehung oder der Relativität unserer inneren Zustände bezeichnet.

Über Druckreize handelt Merkel als Experimentator im 2. Heft des V. Bds. der Philos. Studien, indem er sich hauptsächlich gegen A. Grotenfeld wendet, der behauptet, die Empfindungen bildeten gleichfalls eine geometrische Reihe, wenn die Reize eine solche bildeten.

„Diese Verhältnishypothese, so erklärte derselbe, kann nicht anerkennen, daß irgend welche psychophysische Beobachtungen, seien es methodische oder alltägliche, einen Ausgangspunkt zur näheren Bestimmung der Funktionsabhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung abgäben, als zur Aufstellung des allgemeinen Weber'schen Gesetzes und zur Ermittelung, inwiefern dasselbe sich bewährt, inwiefern Abweichungen stattfinden. Auf Grund dieses Gesetzes erkennen wir die Formel $E = c R^{\varepsilon}$ als überhaupt gültig an. Ob aber hier ε als kleiner oder größer als 1 gedacht werden soll, ob die Empfindung langsamer oder schneller als der Reiz wächst, darüber geben die psychophysischen Maßmethoden und überhaupt alle bis jetzt aufgeführten Tatsachen keine zuverlässige Aufklärung." [1])

Dagegen hält Merkel die beiden Fragen für experimentell beantwortbar:

I. Findet innerhalb gewisser Gebiete Proportionalität zwischen Reiz und Empfindungsschätzung statt?

II. Ist das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Reiz und Empfindungsschätzung ein anderes, sei es, daß die Empfindungen schneller oder langsamer wachsen als die entsprechenden Reize?"

Die Versuche über das Weber'sche Gesetz vermögen diese Fragen nicht zu entscheiden. Auf Versuche nach der Methode der mittleren Abstufungen gestützt sind Fechner, Wundt, Merkel der Meinung, daß die Empfindungen eine arithmetische Reihe bilden, wenn die Reize in einer geometrischen stehen. Plateau, Grotenfeld vertreten die geometrische Reihe der Empfindungen bei geometr. Reihe der Reize.

Den Reizen:	1	3	9	27	81	243	
entsprechen Empfind.:	1	2	3	4	5	6	nach Fechner
	1	2	4	8	16	32	nach Plateau.

Die drei verschiedenen Methoden ergaben nicht ganz gleiche Resultate im einzelnen, im allgemeinen stimmen sie aber vollkommen mit den Ergebnissen der Lichtversuche überein; die Methode der mittleren Abstufungen bestätigt noch entschiedener die Richtigkeit der Ver-

1) Das Weber'sche Gesetz und die psych. Relativität. Helsingfors 1888.

Digitized by Google

hältnishypothese. Die Kontrasteinflüsse und die obere Abweichung vom Weber'schen Gesetz treten noch deutlicher als dort hervor.

Um die numerisch genaue Abhängigkeit der Empfindungen von Schallreizen festzustellen, mußte zunächst ein genaueres Maß für die Schallreize selbst gefunden werden.

Die früheren unter sich differierenden Resultate von Vierordt, Tischer, Lorenz, Oberbeck, Starke über die Abhängigkeit der Schallstärke von der Höhe und von dem Gewichte einer herabfallenden Kugel glaubte letzterer zu einer endgültigen Schlichtung gebracht zu haben, indem er auf neue Experimente gestützt den Satz aufstellen zu können glaubte, „daß die Schallstärke sowohl bei konstantem Gewicht proportional der Fallhöhe wie bei konstanter Höhe proportional dem Gewichte zunimmt". Gegen dieses Ergebnis erhoben sich die Versuche von Stefanini, der Proportionalität zwischen der Schallstärke und der Quadratwurzel aus der lebendigen Kraft der fallenden Kugel gefunden haben will. Wieder verschieden sind die Resultate, welche J. Merkel[1]) gefunden:

1. Die Intensität des Schalles ist der Fallhöhe proportional, wenn eine erhebliche Änderung der Klangfarbe nicht eintritt.

2. Die Intensität des Schalles nimmt mit dem Gewicht anfangs etwas zu und dann ab.

Nachdem so ein festes Maß für die Schallreize gefunden, konnte an die genauere Bestimmung der Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung gegangen werden.

Im allgemeinen ergab sich eine Bewährung des Weber'schen Gesetzes innerhalb weiter Grenzen; nach der Methode der eben merklichen Unterschiede innerhalb der Grenzen 20 bis 5000 in aller Strenge, während vom Reize 20 bis 0,412 eine Abnahme der relativen Unterschiedsempfindlichkeit eintrat.

Als allgemeine Licht-, Schall-, Druckreize umfassende Formel stellt nun Merkel die Gleichung auf:

$$E = c. \frac{b + m R}{n + R}. R \text{ bezw. } E = c \left[\frac{b + m R}{n + R}. R\right]^{\frac{1}{\varepsilon}},$$

in welcher E die Stärke der Empfindung, R die des Reizes, c eine unbekannte Konstante bezeichnet, und b m n durch die Versuche zu ermittelnde für jedes Sinnengebiet verschiedene Konstanten bezeichnen. Auch der Exponent $\frac{1}{\varepsilon}$ ist bei den verschiedenen Sinnen verschieden, bei den Lichtreizen nähert er sich dem Werte $^1/_2$, bei den Schallversuchen

1) Wundt, Philos. Studien. V, 4.

Digitized by Google

dem Werte 1. Für die Richtigkeit der Formel spricht die Tatsache, daß der Unterschied zwischen den nach ihr berechneten E und den durch den Versuch ermittelten in 86 % der Fälle noch nicht 0,01 R beträgt.

G. A. Hoefer[1]) hat die Experimente von Starke wieder aufgenommen und unter Leitung Ziehens die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes inbezug auf Schallintensitäten neu geprüft.

Gestützt auf dessen Resultate, welche Proportionalität zwischen Schallintensität einerseits und Gewicht und Fallhöhe andererseits dartun, hat er einfach die Fallhöhe (h) variiert. Mit G× bezeichnet Z. einen virtuellen „Hauptreiz"; D ist die faktische Differenz der Reize. „Mit $G^{\times}_{1300}$ will ich angeben, daß als virtueller Hauptreiz eine Höhe von 1300 mm benutzt ist u. s. w." So fand er: „Vergleicht man die h-Werte bei verschiedenen G×, so stellt sich heraus, daß h für verschiedene G× verschieden ist und zwar in der Weise, daß es abnimmt, je nachdem G× zunimmt."

„Was die von der Fechner'schen Theorie geforderte Konstanz von h für die verschiedenen D bei einem und demselben Grundreiz betrifft, finde ich folgendes: Bei $G^{\times}_{1300}$ zeigt sich, daß für D = 300, = 250, = 200, = 140, = 100 die verschiedenen h-Werte noch ziemlich konstant genannt werden können. Für D = 150 und D = 45 findet man viel höhere h-Werte und für D = 40 einen viel niedrigeren Wert. Bei $G^{\times}_{1137,5}$ sind die h-Werte noch ziemlich konstant, also ziemlich unabhängig von D. Bei $G^{\times}_{975}$ zeigen sich die h-Werte absolut inkonstant . . ."

„Vergleicht man die h-Werte bei verschiedenen G×, so ist h für verschiedene G× verschieden;" es nimmt ab, wie G× zunimmt.

„Wenn die Fechner'sche Theorie richtig ist, müßte sich ergeben, daß die Quotienten der verschiedenen h G× immer = 1 sind." „Überblickt man den Wert des Produktes h G×, so findet man diesen namentlich bei größeren D in vielen Fällen annähernd konstant."

Der Verf. stellte auch Experimente an geistig abnormen Personen an und fand, daß seine Methode auch bei ihnen Erfolg erzielte. Aber es sind, wie auch bei Gesunden sehr viele wenigstens 3000 Einzelversuche dazu erforderlich.

---

1) Untersuchungen über die akustische Unterschiedsempfindlichkeit und die Gültigkeit des Weber-Fechner'schen Gesetzes. Zeitschrift f. Psych. und Phys. 1904. 36. Bd. S. 269 ff.

Digitized by Google

J. Merkel,[1]) Die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung, fand weiter:

„Zeigten die Ergebnisse der neueren Versuche, bei welchen die Nachwirkung eliminiert wurde und die Kontrastwirkung jedenfalls verschwindend klein war, die Proportionalität zwischen Reiz und Empfindung, so sind auch die vorliegenden durch jene Einflüsse getrübten Ergebnisse der früheren Versuche weit davon entfernt, die logarithmische Abhängigkeit zu bestätigen." „Jedenfalls zeigen aber auch die Versuche über die Licht- und Druckempfindungen, daß an eine logarithmische Abhängigkeit zwischen Reiz- und Empfindungsschätzung nicht gedacht werden kann, daß vielmehr die Formel $E = R^{\varepsilon}$ gilt, in welcher ε bei den Lichtversuchen je nach den Verhältnissen der Grenzreize variabele Werte hat, bei den Gewichtsversuchen nahezu denselben Mittelwert (0,67) wie bei den neueren Schallversuchen (0,65)."

„Über das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden im Gebiete des Zeitsinnes liegen Untersuchungen von Fr. S. Wrinch[2]) vor." Dieses Verhältnis ist bis jetzt bloß inbezug auf Intensitätsunterschiede untersucht und sehr verschieden bestimmt worden. Verf. fand:

„1. Sucht man mittelst der Methode der mittleren Abstufungen das Mittel zwischen zwei verschieden langen Tonzeiten, so entspricht das geschätzte Mittel in der Regel einem größeren objektiven Werte, falls die kleinere Zeit zuerst geboten wird. . . . 3. Unsere Resultate bestätigen das Weber'sche Gesetz nicht, sondern bei jedem Beobachter wächst die relative Abweichung von dem geometrischen Mittel mit der Größe des Verhältnisses $R_2 : R_1$ . . . Dagegen gilt das Weber'sche Gesetz genau zwischen Zeitdauern von 250σ—1200σ bei Anwendung der Methode der Minimaländerungen. 4. Die Unterschiedsschwelle für Tonzeiten innerhalb der erwähnten Grenzen beträgt durchschnittlich für die zwei Beobachter $4^1/_2\,\%$ . . . 6. Die Resultate unterstützen die Vermutung von Külpe, daß die ebenmerklichen Unterschiede mit der Intensität der sie begrenzenden Empfindungen wachsen, und gestattet deren Erweiterung auf die Vergleichung von Zeiten. Der Unterschiedsschwelle entspricht somit auch bei Zeiten keine konstante psychologische Größe."

Eine vielumstrittene Frage ist das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Empfindungsunterschieden überhaupt. Dieselbe behandelt ex professo der schon oben zitierte Aufsatz von O. Külpe: „Zur Frage nach der Beziehung der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden." Sehr eingehend

1) Philos. Stud. 1894. 10. Bd. S. 507.
2) Philos. Stud. 1902. 18. Bd. S. 274.

Digitized by Google

hat sich, wie schon oben bemerkt, nach dem neuesten Stande der Frage theoretisch und experimentell J. Fröbes damit beschäftigt. Derselbe hat unter Leitung G. E. Müller's die Versuche von Ament wieder aufgenommen und dessen Resultate teils bestätigt, teils modifiziert.

„Es handelt sich darum, aus einer großen Anzahl verschieden heller grauer Papiere eine Stufenreihe von der Art herzustellen, daß je zwei in dieser Reihe aufeinander folgende Papiere sich so eben durch die Helligkeit von einander unterscheiden („Methode der ebenmerklichen Unterschiede"), ferner zu dem hellsten und dunkelsten Glied der Reihe unter den übrigen ein Papier R von mittlerer Helligkeit ausfindig zu machen, welches genau in der Mitte der Grenzreize zu liegen scheint („Methode der übermerklichen Unterschiede"). Die Frage ist dann, ob dieses R gleich ist dem der Zahl nach mittelsten Glied (M) der zuerst konstruierten Reihe."

Die Versuche ergaben: „Bedenkt man die Ungenauigkeit, welche der Methode der ebenmerklichen Unterschiede anhaftet, so kann man wohl sagen, daß die erhaltenen Resultate eine mindestens annähernde Übereinstimmung zwischen M und R ergeben . . . Nimmt man aus allen zusammengehörigen M und R die Mitte, so bleibt M im Durchschnitt um weniger als eine Stufengröße hinter R zurück."

Um eine genauere Abstufung des Grau zu erhalten, wurden Versuche mit rotierenden Scheiben angestellt, bei welchen durch entsprechende Kombination von schwarzen und weißen Sektoren jedes Grau mathematisch genau erzielt werden kann, und wurden die bessern Grenzmethoden Müller's angewandt. „Es handelt sich um Bestimmung des mittleren B bei gegebenem Extremen A und C."

„Wir finden, daß in Versuchsreihen I und III—VI bei den mindesten Helligkeiten Bm zwar nicht mit dem geometrischen Mittel übereinstimmte, aber immerhin demselben bedeutend näher stand, als dem arithmetischen Mittel." Dagegen in Versuchsreihe III—VI ist Bm größer als das arithmetische Mittel. Der Grund scheint darin zu liegen, daß die hellste Scheibe die Aufmerksamkeit besonders an sich zieht und auf das Gefühl wirkt; sie wird gelegentlich als blendend bezeichnet. Dieser Faktor lenkt die subjektiv mittlere Helligkeit mehr nach oben.

Schon eine vorläufige Musterung der Papiere zeigte, daß man bei den niederen Stufen mehrere Papiere brauchte, um einen ebenmerklichen Unterschied zu empfinden, während bei den höheren eine Stufe hinreichte.

Derselbe Experimentator stellte auch Versuche mit Gewichten

Digitized by Google

an. „Es sollen drei Gewichte A, B, C so bestimmt werden, daß der Unterschied der Empfindungen, die durch die Gewichte A und B ausgelöst werden, gleich erscheine dem Unterschiede der Empfindung von B und C." Gewöhnlich betrug A 600 gr., B 1200 gr., C wurde variiert von 1300 um je 120 gr. aufsteigend bis 2380 gr. (Konstanzmethode).

Die Versuchsreihen „zerfallen in zwei deutlich geschiedene Gruppen; die eine zeigt eine im wesentlichen konstant bleibende Höhe des Mittels, die man nach Versuchestagen fraktioniert, und dieses Mittel selbst nähert sich seinem absoluten Betrage nach sehr dem hier mit A zu bezeichnenden Werte, der einer arithmetischen Progression zwischen A, B und C entspricht. Bei der zweiten Gruppe (von andern Versuchspersonen stammend) beginnt das Mittel mit einer Größe, die noch weit unter A liegt (einer unteren Differenz von 600 wird von allen ziemlich übereinstimmend eine obere Differenz von 300 oder weniger gleich geschätzt), steigt dann konstant an mit etwas verschiedener Geschwindigkeit und nähert sich schließlich immer mehr dem Werte der ersten Gruppe." [1])

Prüfung der Methoden.

Auch die psychophysischen Methoden Fechner's sind strengen Prüfungen unterworfen und teilweise berichtigt worden, womit zugleich auch wieder die Grenzen der Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes genauer bestimmt wurden.

So von J. Merkel,[2]) „Die Methode der mittleren Fehler, experimentell begründet durch Versuche aus dem Gebiete des Raummaßes." Zwei Hauptergebnisse lieferten die Versuche, erstens die Gauß'sche Theorie erweist sich mit Ausnahme der Methode der doppelten Reize als durchaus anwendbar, zweitens das Weber'sche Gesetz erleidet eine untere Abweichung.

„Die Unterschiedsempfindlichkeit nimmt bei kleinen Reizen mit denselben ab. Für mittlere und größere Reize erweist sich das Weber'sche Gesetz teils als gültig, teils zeigt sich eine freilich nur unerhebliche Abnahme der Unterschiedsempfindlichkeit mit der Zunahme der Reize."

Br. Kämpfe,[3]) „Beiträge zur experimentellen Prüfung der Methode der richtigen und falschen Fälle," hat in der vielumstrittenen Frage über die Methode der richtigen

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 36. Bd. 1904. S. 241 ff. 344 ff.
2) Phil. Studien. Herausgegeben von W. Wundt. 1893. S. 400.
3) Philosophische Studien. 1893. S. 511.

Digitized by Google

und falschen Fälle nochmals die mathematischen Prinzipien der Methode erörtert. „sodann aber durch ein möglichst erschöpfendes Versuchsmaterial die Richtigkeit der Methode in ihren einzelnen Phasen geprüft, ohne Rücksicht auf das Endziel, nach welchem die meisten Experimentatoren den Wert der Resultate abschätzten. Das Endziel nämlich, ob und in wie genauer Weise das Weber'sche Gesetz bestätigt werde." Indes wurde dieses Gesetz, „soweit sich überhaupt ein Maß für die Unterschiedsempfindlichkeit gewinnen ließ und innerhalb der angewandten Höhengrenze genau bestätigt".

H. Higier hat eine „experimentelle Prüfung der psychophysischen Methoden im Bereiche des Raumsinnes der Netzhaut"[1]) angestellt. Er berichtet: Experimente über extensive Empfindungsgrößen sind besser als die über intensive geeignet, die Maßmethoden zu prüfen. Denn bei intensiven Reizen verursacht der störende Einfluß von Aufmerksamkeitsschwankungen, Ermüdungserscheinungen der Sinne Fehler, und zudem ist die Messung der intensiven Reizgrößen meist nicht so direkt und genau möglich wie die von räumlichen Ausdehnungen. Indem der Experimentator nun auf diese seine Aufmerksamkeit und Untersuchungen richtete, fand er z. B. konstante Fehler.

„Die in unseren Versuchen zutage getretenen konstanten Fehler bestanden, kurz gefaßt, darin, daß bei der Methode der richtigen und falschen Fälle 1) mehr richtige Fälle bei negativen als bei gleich großen positiven Reizdifferenzen erhalten wurden, d. h. daß die Vergleichsdifferenz richtiger geschätzt wurde, wenn sie kleiner als die Hauptdistanz war, und daß 2) bei linker Raumlage der Normaldistanz dieser Vorzug der negativen Reizdifferenzen am ausgesprochensten war. Bei der Methode der mittleren Fehler äußerte sich ein ganz analoges Verhalten darin, daß die Vergleichsdistanzen überall größer als die entsprechenden Hauptdistanzen, die rechtsliegenden größer als die linksliegenden ausfielen."

Als Ursachen dieser Fehler bezeichnet H.: 1) „daß, obwohl es sich hier um sog. simultane Reize handelt, doch die Sukzession in Erwägung gezogen werden muß, da ich ausnahmslos die Betrachtung der Hauptdistanz der der Vergleichsdistanz vorangehen ließ, und 2) daß die Untersuchung — bei fixiertem Kopfe — nur monokular ausgeführt wurde."

Fr. Angell hat „Untersuchungen über die Schätzung von Schallintensitäten nach der Methode der mittleren Abstufungen"[2])

1) Philos. Studien 1891. S. 232.
2) Ebd. 1891. S. 414.

Digitized by Google

angestellt. Wundt sagt: „Wenn wir Empfindungen a, b und c so abstufen, daß b genau die Mitte zwischen a und c hält, so müssen wir selbstverständlich die absolute Größe des Unterschiedes zwischen a und b gleichsetzen der absoluten Größe des Unterschiedes zwischen b und c." Der Verf. stellte nun experimentell fest:

„Der Vergleichung von Schallintensitäten nach der Methode der mittleren Abstufungen haften bei der Anwendung regelmäßiger Abstufungen Fehlervorgänge an, welche die wirkliche Beziehung zwischen Reiz und Empfindung verhüllen."

„Die Verhältnishypothese der Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung, insofern sie auf die Methode der mittleren Abstufungen und der doppelten Reize gegründet wird, ist für Schallempfindungen nicht gültig, vielmehr gilt die Unterschiedshypothese."

„Man ist imstande, Unterschiede von Schallintensitäten bei unregelmäßigem Wechsel der mittleren Reize mit Zuverlässigkeit quantitativ zu vergleichen, und die Methode der mittleren Abstufungen ist bei unregelmäßiger Variation des variabelen Reizes für Schallintensitäten als eine gültige zu betrachten."

„Das Resultat der von Erwartungs- und Gewöhnungseinflüssen befreiten Vergleichung von übermerklichen Unterschieden von Schallintensitäten entspricht höchstwahrscheinlich den Forderungen des Weberschen Gesetzes."

In einer Abhandlung der philosophischen Studien: „Über die Methode der Minimaländerungen" wird die Fechner'sche Methode der eben merklichen Unterschiede und die von G. E. Müller vorgeschlagene Methode der „kleinsten Unterschiede" erörtert, aber von Wundt die eigene unter obigem Namen vorgezogen und mathematisch genau fixiert. Die allgemeine Erörterung dieser Methode wird an zwei Beispielen, von denen das eine die Untersuchung des Zeitsinnes, das andere die Unterschiedsempfindlichkeit für Schallstärken betrifft, erklärt.

Indem nun die so gefundenen Resultate mit denen Vierordts und seiner Schüler, die nach der Methode der richtigen und falschen Fälle erhalten wurden, verglichen werden, ergibt sich eine bessere Übereinstimmung der ersteren mit dem Weber'schen Gesetze als der letzteren, woraus geschlossen wird, daß die Methode der Minimaländerungen in der Wundt'schen Anwendungsform den bisherigen Anwendungen der Methode der richtigen und falschen Fälle überlegen ist.

G. E. Müller glaubt in seiner neuesten Schrift[1]) die psycho-

1) Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik Wiesbaden 1904.

Digitized by Google

physische Methodik zu einem gewissen Abschluß gebracht zu haben, nachdem er schon im Jahre 1878 in seiner „Grundlegung der Psychophysik" die Methode, speziell die von Fechner kritisch behandelt hatte.

Die bisherigen empirischen Prüfungen der Formeln von Lorenz, Merkel, Higier, Kämpfe und Mosch werden sehr ungünstig beurteilt. Müller führt auch ganz neue Namen für die bisherigen bezw. von ihm modifizierten Methoden ein. 1. Die Methode der bestmöglichen Herstellung: Herstellungsmethode; dieselbe stellt einen Vergleichreiz her, der entweder einem Normalreize gleich oder von ihm ebenmerklich verschieden ist oder in der Mitte zwischen zwei Normalreizen liegt. 2. Die Grenzmethode, welche mit der Wundt'schen Methode der Minimaländerungen zusammenfallen soll; 3. die Methode der kleinsten Unterschiede: Konstanzmethode, sonst die Methode der richtigen und falschen Fälle genannt.

An Müller übt nun wieder G. F. Lipps scharfe Kritik.[1])

„Die bei Fechner vermißte Klarheit kann ich aber auch bei unserem Verfasser nicht finden. . . Auf diese Weise wird zwar der unfertige Zustand der psychophysischen Methoden Fechner's wesentlich verbessert. Eine endgültige, dem psychophysiologischen und psychologischen Bedürfnisse tatsächlich genügende Ausbildung der Maßmethoden setzt indessen voraus, daß Grundsätze aufgestellt und befolgt werden, die der Besonderheit des zu lösenden Problems Rechnung tragen . . . Da eine Berücksichtigung solcher Grundsätze bei unserem Verfasser sich nicht findet, so wird man den Abschluß der psychophys. Methodik in dem Sinne auffassen müssen, daß die in der ‚Grundlegung zur Psychophysik' (1878) begonnene und seither fortgeführte den ps.-ph. Methoden Fechner's gewidmete Denkarbeit des Verfassers hier zu abschließenden Ergebnissen gelangt."

G. Fr. Lipps selbst hat in einer eigenen Abhandlung. „Die Maßmethoden der experimentellen Psychologie"[2]) seine methodologischen Grundsätze dargelegt.

„Die Aufgabe der experimentellen Psychologie ist als eine vierfache zu bezeichnen. Zuvörderst und hauptsächlich ist die Beschaffenheit des subjektiv Erlebten im direkten Zusammenhang mit dem zugrunde liegenden objektiven Vorgange oder Zustande zu erforschen. Es ist sodann zweitens der Einfluß gleichzeitiger Erlebnisse und ebenso drittens die Nachwirkung unmittelbar vorhergegangener Erlebnisse zu berücksichtigen. Es ist schließlich viertens der gesamte Bestand an früheren Erlebnissen in Betracht zu ziehen."

1) Archiv für die gesamte Psychol. 1904. S. 33—46.

2) Archiv f. d. ges. Psychol. von E. Meumann 1903. 3. Bd. S. 153 ff.

Digitized by Google

Als Grundsätze für die Entwicklung der Methoden gelten:

„1. Die auf den Zusammenhang des Physischen und Psychischen gerichteten Maßbestimmungen besitzen keine absolute, sondern eine mannigfach bedingte und nur im Hinblick auf die obwaltenden Einflüsse angebbare Bedeutung."

„2. Jede Beobachtung bezieht sich infolge der Grenzen, die dem Erfassen und Unterscheiden des Beobachtens gesetzt sind, auf ein Intervall von Maßwerten."

„3. Die Streuung der Werte innerhalb einer Reihe zusammengehöriger Beobachtungen ist ebensowohl durch die konstanten, ein Intervall von Maßwerten bedingenden, wie auch durch die variabelen, das unmittelbare Hervortreten des Maßintervalls störenden Einflüsse bedingt."

„4. Die Verwertung der Beobachtungsreihen darf nicht durch die Annahme von Gesetzen, denen die Streuung der beobachteten Werte unterliegen soll, von vornherein beschränkt werden. Insbesondere ist es unzureichend, nur den mittleren Fehler zur Bestimmung einer Beobachtungsreihe heranzuziehen, und unzulässig, das gewöhnliche Fehlergesetz als allgemein gültige Norm für die Streuung der beobachteten Werte vorauszusetzen. Hierdurch werden die Maßmethoden der experimentellen Psychologie von den zur Gewinnung physischer Maße dienenden Fehlermethoden geschieden."

Verf. entwickelt nun eine Methode der Mittelwerte, welche „als eine Verallgemeinerung der Gauß'schen, auf das Prinzip des mittleren Fehlers gegründeten Methode betrachtet werden kann."

Mathematische Bedenken.

Auch mathematische Bedenken sind gegen Fechner's Maßformeln bezw. gegen deren Ableitung erhoben worden.

So von W. Dittenberger[1]) Über das psycho-physische Gesetz. Als eine Verallgemeinerung des Weber'schen Gesetzes legt der Verf. vorläufig folgendes innerhalb gewisser Grenzen experimentell nachgewiesene Gesetz zugrunde.

„Irgend zwei gleichmerkliche Intervalle der Reizskala verhalten sich wie zwei homologe Reize jener Intervalle", oder: „Geht man von einem Reize r zu einem benachbarten r_1 über, so ist das Verhältnis $\frac{r_1 - r}{r}$, also auch das Verhältnis $\frac{r_1}{r}$, dann konstant, wenn die Differenzen $r_1 - r$ gleich merkliche Reizunterschiede sind".

1) Archiv für system. Phil. 1895. 2. Bd. 1. Heft. S. 71 ff.

Digitized by Google

Die Ableitung des logarithmischen Verhältnisses, wie sie Fechner gegeben, hält er für mathematisch nicht genau; auf anderem Wege findet auch er $e = c \log. \frac{r}{a}$, wo a den Schwellenwert des Reizes bezeichnet.

Die psycho-physische Maßformel hat dreierlei Deutung erfahren: a) die psycho-physische von Fechner selbst, b) die physiologische, zuerst von G. E. Müller diskutiert, c) die psychologische, hauptsächlich von Wundt, vertreten. Verf. hält alle drei für unzulänglich.

M. Radakowic[1]) „Über Fechners Ableitungen der psychophysischen Maßformel" greift nicht prinzipiell die Fechner'schen Formeln an, wie dies von so vielen Seiten geschehen ist, sondern will nur die Resultate selbst genauer präzisieren und ihre Voraussetzungen klarer hervorheben. So mußte Fechner, um eine Maßformel abzuleiten, voraussetzen, daß für die Empfindungsstärke ein Maß möglich sei. Ferner schreibt er dem sog. Hilfsprinzip, „Die beziehungsweisen Änderungen zweier von einander abhängigen Variabelen gehen, wenn sie sehr klein sind, einander merklich proportional, wie sehr auch im Großen der Gang der Variabelen von einfacher Proportionalität abweicht", ohne exakten Beweis allgemeine Gültigkeit zu.

Aber Verf. zeigt, daß für die Anwendung desselben die Annahme der Differenzierbarkeit und des monotonen Verhaltens der Funktionen notwendig ist, auf die es angewandt werden soll. Diese Annahme ist im Falle Fechner's nun zwar sehr wahrscheinlich aber nicht exakt bewiesen. — Weiter muß Fechner bei seinen Ableitungen der Maßformel die Voraussetzung machen, daß das Weber'sche Gesetz, welches für Empfindungsunterschiede gilt, auch für empfundene Unterschiede Geltung habe, daß also gleichen Änderungen der empfundenen Unterschiede gleiche relative Änderungen der Reizverhältnisse entsprechen, oder „daß die Größe eines empfundenen Unterschiedes konstant bleibt, wenn der ihm entsprechende Empfindungsunterschied sich nicht ändert". Die Fundamentalformel Fechner's $\delta\gamma = \varkappa . \frac{\delta\beta}{\beta}$ ist dem Verf. bloß eine Näherungsformel, die zur Ableitung einer exakten Maßformel nicht ohne weiteres verwandt werden darf, weshalb er dieselbe auf einem anderen Wege deduziert.

Philosopisch-mathematische Bedenken hat Meinong[2]) gegen Fechner vorgebracht. Er führt aus: Gleiche Differenzen

1) Vierteljahresschrift für wissenschaftl. Philosophie von R. Avenarius. 1890. 14. Bd. S. 1.

2) Über die Bedeutung des Weber'schen Gesetzes. Zeitschr. f. Psych. und Phys. 11. Bd. S. 81 ff, 230 ff, 353 ff.

Digitized by Google

können mit ungleichen Verschiedenheiten und gleiche Verschiedenheiten mit ungleichen Differenzen zusammengehen. Ersteres ist schon Sache alltäglichster Erfahrung: Denn 1 cm zu 1 cm hinzugefügt, ist ein beträchtlicherer „Zuwuchs" für die Merklichkeit als 1 cm zu 6 cm hinzugefügt. Das zweite findet sich direkt im Weber'schen Gesetze ausgesprochen, insofern dasselbe nur die Konstanz der relativen Unterschiedsempfindlichkeit besagt.

„Die Verschiedenheit zweier psychischen Daten fällt ihrer Größe nach weder mit dem absoluten noch mit dem relativen Unterschiede dieser Daten zusammen, aber die Beziehung zum relativen Unterschiede ist eine ungleich engere. Zu gleichen Verschiedenheiten gehören, soweit das uns zugängliche Erfahrungsmaterial, insbesondere der Tatsachenkreis des Weber'schen Gesetzes sich in dieser Frage verwerten läßt, gleiche relative, nicht aber gleiche absolute Unterschiede und umgekehrt, so daß sich auch sagen läßt: Jeder bestimmten Verschiedenheitsgröße ist eine und nur eine Größe des relativen Unterschiedes, jeder Größe des relativen Unterschiedes ist eine und nur eine Verschiedenheitsgröße zugeordnet."

Verf. gibt eine elementare Ableitung der Fechner'schen Maßformel: $e_n = C. \log. r_n$ . . ., welche er (freilich noch mehr den Umweg über Integration und Differentiation) wie alle derartigen Ableitungen für schwach hält. Die Schwäche der Ableitung liegt in der Differenz $e_n - e$, „wenigstens sofern unter den e vorgestellte (zunächst empfundene) Intensitäten verstanden werden". Solche Intensitäten lassen sich weder addieren noch subtrahieren: „nicht gleiche Empfindungsunterschiede also, deren es weder gibt noch geben kann, sondern gleiche Empfindungsverschiedenheiten entsprechen gleichen Reizverhältnissen". Anders freilich, wenn die einzelnen e nur angeben sollen, „wieviel Empfindungsstufen oder Merklichkeitsstufen der Empfindung bis zu einem gegebenen Reize liegen, ohne gewissermaßen über den Inhalt dieser Stufen etwas auszusagen (Merkel)". Das scheint aber eine bedenkliche Rehabilitation der Logarithmenformel. „Was das Weber'sche Gesetz wirklich dartut, ist, daß die Empfindung sich ganz gewiß nicht proportional dem Logarithmus des Reizes verändert"; vielmehr bleibt die nächstliegende Annahme, daß sie einander proportional gehen. „Logarithmisch abhängig von den Reizen ist dagegen die Empfindungsverschiedenheit." Weder die Unterschiedshypothese, nach welcher gleichen relativen Reizunterschieden gleiche absolute Empfindungsunterschiede, noch auch die Verhältnishypothese, nach welcher jenen gleiche relative Empfindungsunterschiede entsprechen, ist haltbar. Doch nähert sich letztere mehr der Wahrheit. Diese Deutung des Weber'schen Gesetzes dürfte als „relationstheoretische

Digitized by Google

Deutung" gefaßt werden; doch wünschte der Verf., „ihr Wert möchte lieber darin zur Geltung kommen, daß ‚Deutungen' des Weber'schen Gesetzes in Zukunft überhaupt entbehrlich würden".

J. Merkel[1]) macht folgende Bemerkungen zu Meinong's Aufsatz: „Über die Bedeutung des Weber'schen Gesetzes". Er ist mit Meinong darin einverstanden, daß Unterschied und Verschiedenheit nicht identisch sind. Dagegen glaubt er, „daß wir in einzelnen Sinnesgebieten die Verschiedenheiten tatsächlich nach den einzelnen Verhältnissen beurteilen". „Die eben genannten, von vornherein schon unbegreiflichen Werte, wie denn überhaupt die Unmöglichkeiten, welche bereits früher aus dem logarithmischen Gesetz abgeleitet wurden, sprechen in letzter Linie gegen die Unterschiedshypothese und für die Verhältnishypothese zur Messung der Verschiedenheiten eben merklicher Empfindungen."

Sehr verschieden und vom Sinne Fechner's abweichend sind die aus seiner Maßformel sich ergebenden negativen Empfindungen beurteilt worden.

W. Preyer, „Über negative Empfindungswerte von G. Th. Fechner" hat darüber mit Fechner eine Korrespondenz unterhalten, die er in der Zeitschrift für Psychol. und Phys. d. S. mitteilt.[2]) Das Ergebnis war: Die Diskussion wird, ohne eine Verständigung erzielt zu haben, abgebrochen. Fechner hält die negativen, aus seiner Maßformel sich ergebenden Empfindungswerte für „imaginär", nach Preyer bedeutet $-\gamma$ (in der Formel $\gamma = K \log \frac{R}{R'}$, für den Fall, daß $R' > R$, d. h. der angewandte Reiz unter der Schwelle liegt) zweierlei: erstens die positive Privatempfindung der Ganglienzellen, zweitens den Abstand dieses positiven Wertes von dem Ich-Bewußtsein.

Sehr abfällig äußert sich Ebbinghaus über die Fechner'sche Auffassung der negativen Empfindungswerte. Um negative Empfindungswerte zu verstehen, müssen erst positive erklärt werden. Fechner soll nach dem Verf. diese kaum geahnt, jene also ganz falsch verstanden haben. Eine Empfindung kann nicht als ein Multiplum einer andern im Bewußtsein erscheinen, also nicht durch diese gemessen werden. Will man sie messen, muß man wenigstens drei Empfindungen haben, wie dies bei den längst gebräuchlichen Raummessungen klar vorliegt. Die Wahrnehmung eines Ortes kann nicht ein Multiplum der Wahrnehmung eines andern Ortes sein. Nimmt man aber einen dritten Ort dazu.

1) Die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung. Zeitschr. f. Psych. und Phys. 1896. 12. Bd. S. 226.

2) 1900. 1. Heft S. 29. 2. Heft S. 108.

Digitized by Google

dann kann der Abstand eines mittleren von zwei äußeren gleich und also der ganze das doppelte des einfachen sein. So ist es auch z. B. mit Helligkeitsempfindungen. Wenn ich eine größere und eine kleinere Helligkeit habe, so kann ich dazwischen eine mittlere annehmen, welche dann von den beiden gleichweit absteht, so ist die größere doppelt so groß als die kleinere. Daraus ergibt sich der Begriff der positiven Empfindungswerte: „Sie sind auf allen übrigen Empfindungsgebieten eben das, was sie bei den Raumempfindungen sind, nämlich Empfindungsdistanzen oder Distanzempfindungen zwischen je zwei Empfindungselementen des betreffenden Gebietes."

Darnach bestimmen sich auch die negativen Empfindungswerte. „Negative Werte sind allgemein solche, die mit gleich großen positiven additiv vereinigt, diese annullieren. Etwas anderes negativ zu nennen, hat wiederum keinen Sinn." Darum müssen auch sie Empfindungen einer Distanz von entgegengesetzter Richtung ausdrücken, wie sie schon Delboeuf richtig bestimmte. Sie sind „ganz wie positive Empfindungen einer Distanz, einer Verschiedenheit, zwischen irgend welchen Elementarempfindungen, und ist die Richtung dieser Distanz in entgegengesetzter Richtung von derjenigen zu rechnen, die man für die positiven Empfindungswerte gewählt hatte."[1])

Ich kann nicht einsehen, wie diese Fassung der negativen Empfindungswerte sich sachlich von der Fechner'schen unterscheidet. Wenn man das Wort Distanz seiner bildlichen Bedeutung entkleidet, so bleibt bloß eine Gegensätzlichkeit der Empfindungen, wie sie auch von Fechner nicht geleugnet wird; es ist eine ähnliche Gegensätzlichkeit wie sie zwischen der Temperatur über und unter dem Nullpunkte besteht.[2])

G. Heymans hat das Weber'sche Gesetz einer allgemeineren psychischen Erscheinung, „der psychischen Hemmung" untergeordnet.[3]) Er statuiert eine Verdrängung von Empfindungen durch andere qualitativ gleiche, aber lokal von jenen verschiedene. Als Maßstab der Hemmung gilt die Erhöhung der Reizschwelle bezw. Unterschiedsschwelle. „Ich betrachte die Unterschiedsschwelle als eine Hemmungserscheinung, und das Weber'sche als einen Spezial- bezw. als einen Grenzfall zum ersten (auf die Proportionalität zwischen hemmenden und gehemmten Reizgrößen sich beziehenden) Hemmungsgesetz."

---

1) Zeitschr. f. Psychol. und Phys. der Sinne 1890 1. Bd. Über negative Empfindungswerte. S. 320 ff. 461 ff.

2) Vergl. oben S. 63 ff.

3) Untersuchungen über psychische Hemmung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1901. 26. Bd. S. 305 ff.

Digitized by Google

Die Resultate der Untersuchungen sind: „Wir haben 1. für vier Sinnesgebiete, und zwar sowohl bei Mischung als bei gesonderter Anwendung, gefunden, daß schwache Empfindungen durch stärkere in einem den Intensitäten der letzteren proportionalen Maße aus dem Bewußtsein verdrängt werden, sodann 2., daß eine Erweiterung dieses Gesetzes auf die Verdrängung von schwachen Unterschiedsempfindungen genügt, um die Tatsache der Unterschiedsschwelle, den allgemeinen Inhalt des Weber'schen Gesetzes, den Umfang, in welchem dasselbe gilt, sowie die oberen und unteren Abweichungen von demselben zu erklären und zuletzt, daß eine abermalige Erweiterung dieses Gesetzes auf die Abschwächung von stärkeren Unterschiedsempfindungen uns befähigt, von den bei Anwendung der Methode der mittleren Abstufungen durch Merkel, Ament und Angell erhaltenen Versuchsresultaten durchgängige und exakte Rechenschaft zu geben."

Wir ersehen aus den Arbeiten der Nachfolger Fechner's auf psychophysischem Gebiete, daß sie manche Berichtigungen, Ergänzungen gebracht haben; aber sein Gebäude haben sie nicht eingestürzt, und dies aus demselben Grunde, den schon Fechner anführte: wie die Erbauer des Turmes von Babel uneinig wurden, richteten sie nichts aus.

Aber ein unbestreitbares Verdienst dieser Nachfolger insbesondere ihres Führers Wundt besteht darin, daß sie die experimentelle Psychologie erweitert und mit besserem Erfolg auf alle Gebiete des Seelenlebens ausgedehnt haben.

Digitized by Google

Siebentes Kapitel.

Die zeitlichen Verhältnisse des Seelenlebens.

Eine wichtige Rolle spielen in der experimentellen Psychologie nach den psychophysischen Untersuchungen die Messungen der Zeiten, welche die verschiedenen seelischen Funktionen unter gewöhnlichen und abgeänderten Bedingungen in Anspruch nehmen, der sog. Reaktionszeiten. Der Name trifft eigentlich nur für den Ablauf derjenigen Tätigkeiten zu, welche durch einen äußeren Reiz hervorgerufen werden. Die Seele reagiert mit einer Empfindung, einer Vorstellung, einem Gefühle, auf den einwirkenden Reiz. Es werden aber auch die Zeiten gemessen, welche die Assoziation braucht, die zeitlichen Verhältnisse des Gedächtnisses usw.

Verlangt die zeitliche Dauer der psychischen Akte ihre Materialität?

Bevor wir die darüber angestellten interessanten Experimente und Ergebnisse mitteilen, müssen wir wieder einen Mißbrauch konstatieren, der mit diesen Ergebnissen getrieben worden ist. Herzen, der, wie wir sahen, die Wärmeentwicklung bei seelischen Vorgängen für den Materialismus ins Feld führt, hat auch aus dem zeitlichen Verlaufe der Empfindungen darzutun gesucht, daß die Empfindung eine Form von Bewegung der Moleküle darstellt.

Ein genauerer Einblick in die durch geistige Tätigkeit modifizierbare Reaktionszeit beweist aber das Gegenteil.

Doch hören wir ihn selbst:

„Wenn die psychische Tätigkeit wirklich nichts anderes ist als eine Form von molekularer Bewegung, so muß der Verlauf derselben eine gewisse Zeitdauer erfordern, und daß dies tatsächlich der Fall ist, ist durch das Experiment unwiderleglich dargetan."

Digitized by Google

Ganz gut. Kann denn nicht auch ein immaterielles Wesen Tätigkeiten haben, die eine Zeitdauer in Anspruch nehmen? Muß dasselbe nicht, wenn es nicht wie das Absolute unveränderlich ist, seine Tätigkeit in aufeinanderfolgenden Zeitmomenten entfalten? Allerdings ist die Zeitdauer der Empfindung experimentell festgestellt. Man weiß, daß nicht in demselben Momente, in dem der Reiz stattfindet, auch die bewußte Empfindung erfolgt. Erst nach einem Bruchteile einer Sekunde (physiologische Zeit) tritt die Empfindung ins Bewußtsein. Aber wie folgt daraus, daß die Empfindung eine Bewegung sein müsse? Verlangt der Denkprozeß nicht auch Zeit? Schon längst wußte man, auch ohne Messung der physiologischen Zeit, daß auch unsere geistigen Akte Zeit verlangen, sah sich aber dadurch nicht genötigt, sie selbst als Bewegung zu fassen. Im übrigen beweisen die Experimente über die Dauer der physiologischen Zeit, daß die Aufmerksamkeit von wesentlichem Einflusse auf dieselbe ist. Gespannte Aufmerksamkeit verkürzt dieselbe mehr als alle anderen Umstände. Nun ist aber die Aufmerksamkeit etwas rein Psychisches; wie Psychisches auf Psychisches verändernd einwirken kann, ist leicht verständlich; aber gänzlich unverständlich, wie eine Bewegung, für welche Herzen die Empfindung erklärt, durch etwas Psychisches beschleunigt oder verlangsamt werden könne.

Schon darum ist die Erklärung der Zeitdauer des Bewußtwerdens einer Empfindung, beziehungsweise eines Reizes, wie sie Schiff und nach ihm Herzen gibt, nicht zulässig. Letzterer sagt:

„Die unmittelbare Wirkung eines Komplexes von Bedingungen kann von der Ursache durch kein Zeitintervall getrennt sein; denn eine Ruhepause zwischen der Ursache und der Wirkung würde absolut und für immer jede Art von Verbindung zwischen ihnen zerreißen; wenn folglich scheinbar die Wirkung nicht im selben Augenblicke stattfindet, wie die Ursache, so beweist dies, daß wir entweder fälschlich diese Bedingungen als hinreichend zur Hervorbringung der Wirkung halten und daß entweder eine größere Intensität derselben Bedingungen oder noch andere Bedingungen dazu nötig sind; oder es spricht dafür, daß wir sie fälschlich für die unmittelbare Ursache dieses Kausalkomplexes halten und daß sie im Gegenteil die Endwirkung einer Reihe von Veränderungen ist, deren Ausgangspunkt die in Rede stehende Ursache bildet und welche Veränderungen häufig ohne unser Wissen vor sich gehen. Während dieser scheinbaren Ruhepause war die Bewegung in einem ausgedehnten, zusammengesetzten und Widerstand leistenden Medium von Punkt zu Punkt übergegangen, die verschleierte Wirkung war ihrerseits Ursache geworden, bis in einem gegebenen Augenblicke

Digitized by Google

sämtliche Bedingungen zur Hervorbringung der Endwirkung, die wir erwarteten, vollständig vereint werden: die Wirkung tritt dann unmittelbar zutage. Da nun bei der Entstehung eines psychischen Aktes eine verhältnismäßig lange und scheinbar untätig verbrauchte Zeit zwischen seiner Ursprungsursache und seiner Realisation liegt, so drängt sich uns der Schluß auf, daß dieser Akt in einem ausgedehnten, Widerstand leistenden und zusammengesetzten Substrat stattfindet, ebenso wie alle anderen Erscheinungen in der Natur; da ferner jedes Zeitintervall zur Übertragung und eventuell zur Modifikation des äußeren Impulses im Innern des Substrates verbraucht wird; da endlich jede Übertragung der Modifikation in letzter Linie auf eine Form von Bewegung zurückzuführen ist, so folgt daraus, daß jeder psychische Akt in einer Übertragung oder einer Modifikation einer äußern Erregung besteht, d. h. in einer eigentümlichen Form der Bewegung. Dies ist die Generalisation oder die induktive Schlußfolgerung, zu deren Formulierung uns die zahlreichen und genügend konstatierten Tatsachen von der Zeitdauer psychischer Akte berechtigen, welche sie uns, mit Ausschluß jeder andern, geradezu aufdrängen."

Aber für jeden Unbefangenen ist in den Tatsachen auch nicht ein Funken von logischer Berechtigung oder gar Nötigung für die materialistische Auffassung der Empfindung enthalten. Wir können die ganze obige Deduktion zugeben bis auf das scheinbar unverfängliche und leicht zu übersehende „d. h.". Gewiß kann die psychische Tätigkeit als eine Übertragung einer Modifikation des äußeren Reizes angesehen werden. Aber diese Modifikation entspricht dem zu modifizierenden Substrate. Ist dasselbe körperlich, so wird sie in einer Art Bewegung oder Gruppierung oder Formveränderung bestehen. Ist aber das Substrat nicht materiell, so braucht die Modifikation, welche es erfährt, mit nichten eine Bewegung zu sein. Wenn man also nicht schon voraussetzt, was zu beweisen ist, nämlich, daß alles Stoff ist und Immaterielles nicht existiert, so wird ohne alle logische Konsequenz die Modifikation, in welche die Seele den Reiz umsetzt, als Bewegung ausgegeben.

Umgekehrt aber müssen wir schließen: Nichts ist klarer, als daß die Empfindung keine Art von Bewegung, sondern etwas ganz Eigenartiges, eine nur durch das Bewußtsein aufzufassende Zuständlichkeit ist. Wenn also in der materiellen Welt jede Zuständlichkeit und Modifikation der Zuständlichkeit Bewegung und Übertragung von Bewegung ist, so muß den psychischen Akten ein unstoffliches Substrat zugrunde liegen. Gegen dasselbe spricht die physiologische Zeit in keiner Weise; im Gegenteil könnte man eher noch eine Verlängerung

Digitized by Google

derselben durch Einschaltung eines immateriellen Agens erwarten. Die Zeit, welche zur Fortleitung des Reizes durch den Nerv bis ins Gehirn und zur Erregung einer größeren Anzahl der Gehirnganglien erforderlich ist, bleibt ganz dieselbe, mag das Gehirn oder eine Seele im Gehirn empfinden. Ist aber die Gehirnerregung nicht hinreichend, sondern muß die Empfindung in der Seele erst entstehen, beziehungsweise in derselben zum Bewußtsein kommen, so ist ja dazu nochmals ein bestimmtes Zeitintervall erforderlich; dieses Zeitintervall kann sogar sehr beträchtlich sein, wenn die Seele nicht schon ihre Aufmerksamkeit auf die erwartete Empfindung gerichtet hat. Also spricht die Zeitdauer der Empfindung nicht gegen, sondern eher für eine unstoffliche Seele.

Von höherem Interesse, als die philosophischen Ausführungen Herzens sind seine Versuche, welche den Einfluß des Alters und Geschlechtes auf die Reaktionsdauer d. h. die physiologische Zeit ermitteln sollten: sie beweisen die psychischen Einflüsse auf dieselben. Überraschend war die Langsamkeit, mit der Kinder reagierten, selbst wenn es sich um die einfachste Bewegung als Antwort auf einen einfachen Sinneseindruck handelte, z. B. die Hand auf eine Berührung zurückzuziehen. Wird die Verbindung zweier Bewegungen verlangt, z. B. die Hand und den Fuß derselben Seite zurückzuziehen, so wurden trotz der Anstrengungen der Versuchspersonen die beiden Bewegungen fast nie zu gleicher Zeit ausgeführt, sondern die Hand meist zuerst zurückgezogen. Erwachsene von 20—40 Jahren ergaben für den Fuß 0,318, für die Hand 0,283 Sekunden Reaktionsgeschwindigkeit; Kinder von 4—15 Jahren 0,654 für den Fuß, 0,630 für die Hand. Aus diesen Resultaten, denen ungefähr 400 Experimente zugrunde liegen, ergibt sich, daß der Prozeß der Koordination von zwei Bewegungen beim Kinde bedeutend längere Zeit braucht, als beim Erwachsenen.

Berücksichtigt man auch das Geschlecht, so lassen sich die Resultate in folgender Tabelle übersehen.

Alter	Männl. Geschlecht		Weibl. Geschlecht	
	Fuß	Hand	Fuß	Hand
Von 5—10 Jahren	0,548	0,538	0,535	0,525
Von 10—15 Jahren	0,343	0,336	0,400	0,350
Über 15 Jahre	0,318	0,283	0,400	0,365

Mädchen reagieren demnach anfangs schneller als Knaben; bei diesen wird jedoch die Reaktionszeit regelmäßig kürzer, bis zur Adoleszenz hin, während bei jenen die Verkürzung langsamer vor sich geht, und während des ganzen Lebens hinter den Männern zurückbleibt. Und doch hätte man denken sollen, die Weiber reagierten viel schneller.

Digitized by Google

Folgende Tabelle zeigt den regelmäßigen Fortschritt in der Reaktionsgeschwindigkeit mit zunehmendem Alter. Die Zahlen stellen die Mittel aus wenigstens zehn Beobachtungen dar, die an Knaben angestellt wurden.

	Fuß	Hand
7. Jahr	0,600	0,620
8. „	0,575	0,585
9. „	0,450	0,490
10. „	0,443	0,413
11. „	0,386	0,364
12. „	0,356	0,329
13. „	0,333	0,318
14. „	0,300	0,273
15. „	0,295	0,254

Herzen konnte auch die Verschiedenheit der Nationalität auf die Reaktionsschnelligkeit untersuchen. Von Italienern reagierten die aus südlichen Provinzen langsamer, als die aus nördlichen; ein Norweger ergab die kleinsten Zahlen. Drei Japanesen einer Jongleurbande, obgleich von ungewöhnlicher Gewandtheit und Schnelligkeit, ergaben viel höhere Werte als die Europäer.

Eine ungewöhnlich lange Reaktionszeit zeigten zwei Individuen von abnormer Geistesschwäche, was auch Buccola an vielen Geistesgestörten beobachtet hatte. Ermüdung und Schmerz verlangsamen auffallend die Reaktionszeit.

Diesen Beobachtungen Herzens können wir neuere exaktere hinzufügen.

„Über die Geschwindigkeitsveränderungen der psychischen Prozesse zu verschiedenen Tageszeiten" haben Bechterew[1]) und Higier[2]) Beobachtungen angestellt. Auf Veranlassung Bechterew's untersuchten Ostankow und Grau an vier Personen die Reaktions-, Unterscheidungs-, Assoziations- und Wahlzeit morgens, mittags und abends, um den Einfluß der Tageszeit zu bestimmen. Auch einfache Rechenoperationen wurden zu diesem Zwecke ausgeführt. Als Zeitmesser diente das Hipp'sche Chronoskop. Das Ergebnis bilden acht Sätze, nach denen am Abend die psychischen Prozesse schneller vor sich gehen, als am Morgen, und an diesem wiederum schneller, als nachmittags, wie überhaupt die Nahrungsaufnahme verzögernd wirkt. Je komplizierter der psychische Vorgang ist, desto

1) Neurolog. Zentralblatt XII. Nr. 9. S. 290—292. (1893).
2) Mitteilung an den Herausgeber. Ebda. Nr. 13. S. 470—472.

Digitized by Google

größer der Einfluß. Bei den Assoziationen gewinnen am Abend die inneren ein Übergewicht über die äußeren. Die Ablenkung der Aufmerksamkeit — durch das Lesen eines Buches bewirkt — steigert wohl die Verzögerung im Verhältnis zur Kompliziertheit des Vorganges, modifiziert aber kaum den Einfluß der Tageszeiten. Assoziationen werden bei abgelenkter Aufmerksamkeit beschleunigt. Das Greisenalter wirkt verlangsamend. Ungerade Zahlen werden langsamer addiert resp. subtrahiert, als gerade, und die Addition resp. Subtraktion überhaupt langsamer als die Multiplikation.

Diesen Resultaten gegenüber beobachtete Higier ein Ansteigen der psychischen Leistungsfähigkeit von morgens bis mittags (11—12), dann ein Sinken bis 5 Uhr nachmittags, darauf wieder ein Ansteigen bis gegen 9 Uhr abends und schließlich wieder ein Sinken bis 12 Uhr nachts derart, daß die Maxima nnd Minima am Tage größer sind als am Abend. Bei Raumschätzungen fallen diese Schwankungen weg.

Diese Resultate stimmen nicht ganz zusammen, was bei der Verschiedenheit der Versuchsanordnung nicht verwundern darf.[1])

Modifikationen der Reaktionszeit fand W. Specht,[2]) indem er experimentelle Untersuchungen über den Einfluß des durch akustische Reize begrenzten Intervalls auf den zeitlichen und formalen Verlauf körperlicher Arbeitsverrichtung anstellte.

Wenn der Reiz erwartet wird, verkürzt sich die Reaktionszeit, besonders wenn der Zeitpunkt bestimmt ist, in dem der Reiz einwirken soll. „Als günstigstes Intervall für die Schnelligkeit der Reaktion fand Dwelshauwers[3]) die von 1⁄2." Es hängt dies mit der für die Adaption der Aufmerksamkeit günstigsten Zeit zusammen. Bei kleineren Intervallen ist eine hinreichende Spannung der Aufmerksamkeit nicht möglich, bei größeren machen sich die Schwankungen geltend."

Wie mit der Reaktionsbewegung, muß es auch mit einer Arbeitsleistung sein; es fragt sich, ob unter Einfluß von Signalen und ihrer Variation neben der zeitlichen Verschiebung des Beginnes der Arbeit diese selbst sich verändert. Als Arbeit diente die Hebung eines Gewichtes, die am Ergographen gemessen wurde; als unterste Grenze für das Intervall wurde 1/4", als oberste 2" zwischen zwei Glockenschlägen gewählt.

1) Vergl. „Zeitschrift für Psychologie und Physiologie d. Sinnesorgane". 8. Bd. 1894. S. 400.

2) W. Specht, Intervall und Arbeit. Archiv für die gesamte Psychologie. Von E. Meumann, Leipzig. 1903. 3. Bd. S. 1.

3) Philos. Stud. Bd. 6. 1891.

Digitized by Google

Die Experimente ergaben bei zwei Versuchspersonen ganz verschiedene Ergebnisse. Bei H. wächst mit Intervallzuwachs die Reaktionszeit und die Basis der Kurven; für B. werden nur bei den größeren Intervallen die Reaktionszeiten länger. Das Gewicht hat bei beiden Vp. zunächst die Wirkung, daß mit Gewichtszunahme die Reaktionszeit und die Basis[1]) länger werden, während sich die Höhe verkleinert. Im besonderen macht sich aber bei H. der Einfluß des Gewichtes dahin geltend, daß mit Gewichtszuwachs die Senkung in ihrem zeitlichen Verlauf mehr und mehr verzögert wird, wobei maßgebend für das Tempo der Gewichtssenkung das Tempo der Gewichtshebung ist. Darin gibt sich die Neigung der Vp. H. zu erkennen, die Arbeit rhythmisch zu verrichten.

Die Reaktionsform von H. ist muskulär, die von B. sensoriell,[2]) wie aus andern Versuchen sich ergab. Der Unterschied von muskulärer und sensorieller Reaktion hängt von der Richtung der Aufmerksamkeit ab.

G. Gries[3]) stellte durch genauere Experimente fest, daß Europäer, welche längere Zeit in den Tropen lebten, viel längere Reaktionszeit 321 σ (= 0" 321) als eben erst angekommene (296 σ) zeigten, die eingebornen Malayen aber kürzere als alle Europäer, nämlich 253 σ.

Wenn aus diesen Erscheinungen sich etwas über den eigentlichen Grund der Reaktionsdauer entnehmen läßt, so ist es gewiß dies, daß das Geistige im Menschen einen entschiedenen Einfluß auf dieselbe ausübt, mit nichten, daß die Empfindung nichts anderes als eine körperliche Bewegung sei. Wenn mit dem Alter die Reaktionsschnelligkeit wächst, so ist das ein neuer Beweis dafür, daß das Sehen, Fühlen usw. gelernt werden muß, wie man das an den neugeborenen Kindern ganz deutlich beobachtet. Wenn der Mann schneller reagiert als das Weib, geistig normal Beanlagte schneller als der Idiot, so kann das doch bloß von der Superiorität der geistigen Beanlagung kommen. Insbesondere kommt der Aufmerksamkeit eine Hauptrolle bei der Reaktionszeit zu; also ist ein geistiges Moment dabei im Spiele.

Die physiologische oder Reaktions-Zeit.

Eine der interessantesten Entdeckungen auf physiologisch-psychologischem Gebiete ist die Auffindung einer Zeitdauer, welche inzwischen

1) „Unter Basis der Kurven verstehen wir die zwischen beiden Fußpunkten der Zuckung gelegene Wegstrecke in mm."

3) S. weiter unten.

3) Archiv f. Psych. 1902. Vergl. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1903. 32. Bd. S. 429.

Digitized by Google

dem Eindrucke eines Reizes und dessen Bewußtwerden in der Empfindung verstreicht, und die mathematisch genaue Bestimmung der Größe dieser Dauer. Während es dem gewöhnlichen Bewußtsein vorkommt, als ob mit der Einwirkung eines Reizes auf ein Organ, z. B. eines Nadelstiches auf die Haut auch sogleich die Empfindung gegeben sei, und auch die ältere Psychologie diesen Schein als Realität hinnahm und sie zum Ausgangspunkte von Spekulationen über den Sitz der Seele machte, ist es nun nachgewiesen, daß eine gar nicht so unbedeutende Zeit sich zwischen jene zwei Momente einschiebt, die freilich nicht unter allen Umständen dieselbe ist. Das Interesse wird bedeutend erhöht durch die Folgerungen, welche sich aus der Erscheinung für die Erkenntnis des Wesens der Empfindung, der Wichtigkeit von psychischen Akten, wie der Aufmerksamkeit auf die Zeitdauer des Bewußtwerdens und damit der Erhabenheit der Seele über die körperlichen Vorgänge sich ergeben — von einer mehr pikanten als ernsten Folgerung, welche Tyndall aus der Tatsache für Realisierung einer schmerzlosen Tötung gezogen, nicht zu reden. Er meint, wenn die tötliche Kugel eine solche Schnelligkeit hat, daß sie früher von der verwundeten Oberfläche des Kopfes zum Gehirne dringt und es zerstört, als der Reiz der Wunde zum Bewußtsein gelangen kann, so werde der Tod vollständig schmerzlos erfolgen.

Der Ausdruck: physiologische Zeit, wie man dieses kurze Zeitintervall genannt hat, ist eigentlich nicht ganz genau; er setzt voraus, daß die erwähnte Zwischenzeit vom Reize bis zur bewußten Empfindung bloß durch physiologische Vorgänge ausgefüllt werde, und in der Tat schrieb man die Verzögerung früher auf Rechnung der Nervenleitung; aber die angeführten und noch unten anzuführenden Tatsachen werden zeigen, daß psychischen Momenten ein wesentlicher Einfluß auf Verlängerung oder Verkürzung der Verzögerung zuzuschreiben ist. Doch kann die Bezeichnung beibehalten werden: Jedenfalls verlegt sie die Zeitdauer in subjektive Vorgänge und scheidet sie deutlich von jener objektiven Zeit, welche zwischen der Entstehung des Reizes, spezieller eines Tones, eines Lichtes bis zu dessen Eintritt ins Organ verstreicht.

Allgemein gebräuchlich ist der Ausdruck Reaktionsdauer: Die Zeit, welche die Psyche braucht, um auf einen Reiz zu reagieren.

Angeregt wurden diese Untersuchungen durch den Astronomen Bessel, der die sog. „persönliche Gleichung", welche bei astronomischen Beobachtungen zutage tritt, einer Erörterung unterwarf. Bis auf ihn war nämlich die Tatsache ganz unerklärlich, daß in den Resultaten verschiedener Beobachter auch nach Eliminierung aller Beobachtungsfehler immer Differenzen bestanden. Indem Bessel dieselben

Digitized by Google

auf die individuellen Eigenschaften der Beobachter zurückführte, konnte er sie persönliche Gleichung, persönliche Differenz, nennen.

Erläutern wir die Sache an der Beobachtung eines Sterndurchganges vermittelst des Passageinstrumentes. Dasselbe ist im wesentlichen ein Fernrohr, das sich in vertikaler und horizontaler Richtung drehen läßt. In der Ebene des gemeinsamen Brennpunktes der Objektiv- und Okularlinse ist ein Fadennetz ausgespannt, welches aus 2 horizontalen und 5 oder 7 vertikalen Fäden besteht. Der mittlere Vertikalfaden muß vor der Beobachtung genau in den Meridian eingestellt werden, damit der Durchgang des Sternes durch den Faden seine Kulminationszeit im Meridian bezeichne. Bevor der Stern im Fernrohr im mittleren Faden gesehen wird, muß man bereits anfangen, die Schläge des Sekundenpendels zu zählen, nämlich wenn der Stern gerade bei einem der früheren Fäden angelangt ist. Es wird sich nämlich nicht leicht treffen, daß der mittlere Faden gerade bei einem Pendelschlag durchlaufen wird, in welchem Falle die Zeit des Durchgangs unmittelbar in ganzen Sekunden abgezählt wäre. Da also meist Bruchteile der Sekunde zu berücksichtigen sind, so muß fortgezählt werden, bis der Pendelschlag wieder mit der Deckung eines Fadens und des Sternes zusammentrifft. Hätte man also z. B. von der Zeit als der Stern den 1. der 7 Fäden passierte, bis zu dem Momente, wo er im 6. stand, 2 Sekunden gezählt, so wurden 6 Fäden in 2″ durchlaufen, und es fragt sich nun, wie viel Zeit brauchte der Stern, um bis zu dem mittleren zu gelangen. Wenn 6 Fäden in 2″ zurückgelegt wurden, dann 4 in $\frac{2 \cdot 4}{6} = \frac{4''}{3}$. Also nach Ablauf von $1^1/_3{}''$ seit dem ersten gezählten Pendelschlag stand der Stern gerade im Meridian. Die persönliche Gleichung zeigt nun, daß der eine Beobachter schneller als der andere den Eintritt des Sternes in einen Faden wahrnimmt; und es ist möglich, daß der eine ihn zu früh, der andere ihn später, als er in Wirklichkeit darin stand, darin gesehen hat. Bessel selbst hatte starke Anlage zur negativen Zeitverschiebung; er sah die Kulmination früher als alle Mitbeobachter.

Um den Einfluß der persönlichen Differenz zu eliminieren, hat man später die sog. Registrierapparate auf den Sternwarten eingeführt, wovon bald nachher. Aber schon früher haben die Astronomen ihre persönlichen Gleichungen durch fortgesetzte Vergleichung von Beobachtungsreihen genauer bestimmt. Daraus ergab sich, daß die Differenz nicht konstant ist, sondern teils regelmäßigen, teils unregelmäßigen Schwankungen unterliegt. Ein lehrreiches Beispiel teilt Peters an der persönlichen Differenz zwischen den Astronomen

Digitized by Google

Main und Rogerson vom Jahre 1840—1853 mit. Dieselbe betrug

M—R		M—R		M—R	
1840	—0,15	1844	+0,18	1851	0,47
1841	+0,08	1845	+0,20	1852	0,63
1843	+0,20	1849	+0,26	1852	0,70

Innerhalb 13 Jahre belief sich also die Variation auf — 0,15 — 0,70 = — 0,85", während im Anfange ihre Differenz für Main negativ war, wurde sie später stark positiv. Selbst innerhalb eines Tages fand man Schwankungen bis zu 0,22."

S. Exner, der sich in neuerer Zeit besonders mit dem Gegenstande beschäftigt hat, suchte die Veränderung der Dauer der physiologischen Zeit aus dem schnelleren und schwerfälligeren Temperamente, aus dem Alter, aus dem Genusse von erregenden Getränken abzuleiten. Aber Versuche ergaben ihm, daß phlegmatische, bejahrte Personen durchschnittlich ebenso schnell empfinden, als heißblütige und jüngere. Thee und Morphium hatten keinen merklichen Einfluß, nur 2 Flaschen Rheinwein verlängerten die physiologische Zeit von 0,10" auf 0,29".

Über die Einwirkung einiger medikamentöser Stoffe auf die Dauer einfacher psychischer Vorgänge liegen von Emil Kraepelin zwei Abhandlungen in den Philos. Studien von Wundt[1]) vor, von denen die eine Inhalations-Versuche mit Amylnitrit, Äthyläther und Chloroform, die andere Versuche mit verdünntem Alkohol beschreiben und diskutieren. Letztere sind weitaus die wichtigsten schon wegen ihrer praktischen Bedeutung, da sie ziemlich helles Licht auf die Beeinflussung psychischer Zustände durch den Alkoholrausch werfen.

Als allgemeines Resultat ergab sich, daß nach der Einverleibung mäßiger Dosen von Alkohol eine Verkürzung der psychischen Reaktionszeiten eintrat, welcher sodann ein Stadium der Verlängerung folgte. Letzteres machte sich um so stärker und schneller geltend, je größer die Dosen waren. Bei 40—60 Gramm konnte das Verkürzungsstadium fast ganz verschwinden.

Sehr interessant ist es, zu beobachten, wie die verschiedenen Akte: einfache Reaktion, Unterscheidung, Wahl, verschieden beeinflußt werden. Mit großer Konstanz wird die Dauer jenes Aktes, welcher Unterscheidung und Wahl enthält, in ganz entgegengesetzter Weise durch den Alkohol beeinflußt, als die einfache Reaktionszeit. Die Be-

1) Allgemeiner behandelt Kraepelin diese Frage in der Schrift: Über die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel. 1892.

Digitized by Google

schleunigung der Gesamtreaktion im ersten Stadium ist vorzugsweise auf den rascheren Ablauf der Unterscheidung und der Wahl zu setzen, und zwar wird der Wahlakt noch stärker beschleunigt als die Unterscheidung. Damit stimmt zusammen, daß häufig antizipierte Reaktionen eintreten und in der Trunkenheit Mut und Neigung zu unwillkürlichen Willensakten wachsen.

Etwas anders im zweiten Stadium. Der Wahlakt scheint selten eine Verlängerung, sondern nur eine allmählich abnehmende Beschleunigung zu erfahren, die Unterscheidung verlangsamt sich mäßig, die einfache Reaktion stark. Das beiden Vorgängen gemeinsame Element, die Apperzeption erfährt im ersten Stadium eine mäßige Beschleunigung, im zweiten eine ausgeprägte Verlangsamung.

Die Inhalationsversuche mit Amylnitrit und Chloroform weisen auch ein doppeltes Stadium auf, aber hier zuerst die Verlangsamung und dann die Beschleunigung, die Abhängigkeit von der Dosis ist auch bei Äther und Chloroform ersichtlich. Die Verlängerung wächst in der Bewußtseinstrübung, während die Verkürzung in ähnlichem Maße geringer wird und schließlich negativ werden kann.

Unter dem Einfluß des Alkohols fand Kraepelin bei vier Personen im Tausendstel der Sekunde folgende Zeitdauer:

	R	Ru	Rw	U	W	U+W
für I	142	155	244	13	89	102
II	144	179	265	35	86	121
III	183	235	281	52	46	98
IV	214	242	318	28	76	103

wobei R die einfache Reaktionszeit, Ru die Dauer der Reaktion und Unterscheidung, Rw der Reaktion und Wahl, U der Unterscheidung und W der Wahl allein bezeichnet. U+W ist darum eigens berechnet, weil die Konstanz der Summen ein von Tischer gefundenes Resultat bestätigt, daß nämlich die Unterscheidung und Wahl bei demselben Individuum einen entgegengesetzten Verlauf zeigen.

Unter Leitung Kraepelins haben Schmith und Fürer Versuche angestellt, welche den Einfluß des Alkohols auf geistige Leistungen: Memorieren, Addieren einstelliger Zahlen dartun: das Resultat war das gleiche wie bei der Reaktionszeit: Zeitweilige Verbesserung mit nachfolgender starker Verschlechterung.

Nach Kraepelin werden besonders die motorischen Reaktionen erleichtert, was ein Gefühl von Kraft erzeugt. Dieses Gefühl ist Ursache von unvernünftigen, tollkühnen Impulsen und damit Veranlassung zu zahllosen Verbrechen.

Die neueren Versuche von E. Kraepelin ergaben noch günstigere

Digitized by Google

Resultate; aber sie setzen bereits voraus, daß man überhaupt die Dauer der Reaktion bestimmen kann.

Wie kann man aber so kurze Zeiten messen? Dies geschieht durch

Das Hipp'sche Chronoskop.

Dieses Uhrwerk hat 2 über einander befindliche Zifferblätter, von denen der Zeiger des oberen in $^1/_{10}$", der des unteren in 10" eine Umdrehung macht, beide sind in 100 Teilstriche geteilt und es können demnach auf dem unteren unmittelbar Zehnteile, auf dem oberen Tausendstel einer Sekunde abgelesen werden. Da nun auch der untere Zeiger um einen Teilstrich weiter rückt, wenn der obere einen ganzen Umlauf macht, so kann man am unteren die Zahl der ganzen Umdrehungen des oberen, wenn solche in der zu messenden Zeit vorkommen, und weiter auch die verflossenen ganzen Sekunden bis zu 10 unmittelbar ablesen. Wenn nun das Uhrwerk im Gange ist, so kann durch einen mit ihm in Verbindung stehenden Elektromagneten vor der Beobachtung das Rad, welches die Zeiger bewegt, aufgehalten, und auf einen einfachen Druck hin wieder losgelassen werden. Ersteres erzielt man durch Leitung eines elektrischen Stromes durch den Magnet, letzteres durch Unterbrechung oder Schwächung des Stromes.

Will man nun z. B. wissen, wie lange der Schalleindruck braucht, um zum Bewußtsein zu gelangen, so läßt man eine Kugel auf ein Brettchen fallen, welches dadurch herabgedrückt wird und einen Metallkontakt herstellt, welcher die Leitung eines Nebenstromes ermöglicht. Durch diese Ableitung wird die Stärke des Stromes, welcher die Zeiger aufhält, geschwächt, und läßt sie im Augenblicke, wo der Schall durch Aufschlagen der Kugel auf das Brettchen entsteht, los. Im Augenblicke aber, wo der Beobachter den Schall hört, drückt er mit der schon vorher bereitgehaltenen Hand auf einen Knopf, wodurch der Metallkontakt gelöst, der Nebenstrom wieder unterbrochen wird, und der Hauptstrom, der auf die Zeiger wirkt, wieder die frühere Stärke erhält. Dadurch werden die Zeiger wieder angehalten und es kann nun die Zeit auf den beiden Zifferblättern abgelesen werden, während welcher die Zeiger sich bewegten. Dieselbe entspricht aber dem Zeitraum, welcher zwischen der Entstehung des Schalles und dessen Hören beziehungsweise Registrieren verfloß. Denn die Zeit, welche für die objektiven Vorgänge in Anspruch genommen wird, ist zu klein, als daß sie einen merklichen Einfluß auf das Endresultat ausüben könnte. Denn z. B. die Zeit, welche der Schall braucht, um bis zum Ohre zu gelangen, beträgt bei einer Entfernung von 1 Fuß kaum ein $^1/_{1050}$",

Digitized by Google

und kann übrigens beliebig durch Annäherung des Ohres verkürzt, oder bei größerer Entfernung auch in Anschlag gebracht und von der subjektiven Zeit abgezogen werden. Verschwindend klein ist aber die Zeit, welche bei seiner Konstruktion des Apparates zwischen dem Aufschlagen der Kugel und dem Schließen des Stromes verstreicht; desgleichen kann bei der Schnelligkeit der Fortpflanzung der Elektrizität die Zeit vom Schließen oder Öffnen des Stromes bis zum Eintritte der Einwirkung auf das Uhrwerk nicht in Betracht kommen, jedenfalls durch Vorversuche eliminiert werden. Von größerer Bedeutung ist aber der Zwischenraum, der sich zwischen das Hören des Schalles und den Willen zu registrieren (speziell auf den Knopf zu drücken) und auf die Ausführung dieses Willens einschieben kann; doch gehört derselbe mit der zu der gesamten physiologischen Zeit, und seinen Anteil an derselben werden wir später genauer zu bestimmen suchen. Aber schon jetzt mag bemerkt werden, daß derselbe unter günstigen Umständen fast ganz zum Verschwinden gebracht werden kann, während er unter andern sehr bedeutend vergrößert wird, wie z. B. in dem Falle, wo man die zu registrierende Empfindung weder der Zeit noch der Stärke, noch der Qualität nach voraus kennt, oder gar, wenn man noch nicht einmal weiß, mit welcher Hand die Registrierung auszuführen ist.

Das physiologische Chronoskop von Wundt.

Dasselbe hat vor dem vorigen den Vorzug, daß es ohne Assistenz in Anwendung gebracht werden kann und noch eine größere Genauigkeit in der Kleinheit der anzugebenden Zeit bietet. Es besteht im Wesentlichen darin, daß man einen elektrischen Strom unterbricht, so daß im Augenblicke der Unterbrechung ein Induktionsfunke überspringt. Dieselbe Unterbrechung des Stromes nähert aber auch eine rotierende Glasplatte an die Zinken einer kleinen, schwingenden Stimmgabel, welche durch einen abwechselnd geöffneten und geschlossenen Strom in Schwingungen erhalten wird. In dem Augenblicke aber, da die mit Ruß bedeckte Glasplatte sich der Stimmgabel hinreichend nähert, zeichnet diese ihre Schwingungskurven in den Ruß ein. Dies dauert so lange, bis die Glasplatte sich wieder entfernt. Diese Entfernung wird durch einen Druck hergestellt, den der Beobachter im Augenblicke ausübt, wo er den Lichtblitz des elektrischen Funkens sieht. Indem man nun die Schwingungen zählt, welche die Stimmgabel auf dem Russe eingezeichnet hat, weiß man, wie lange Zeit verstrich von der Entstehung des elektrischen Funkens bis zu dessen Wahrnehmung, beziehungsweise zu der Sistierung des weiteren Zeichnens der Stimmgabel durch die Ausführung eines Willensimpulses. Gesetzt z. B.,

Digitized by Google

die Stimmgabel mache in 1 Sekunde 400 Schwingungen, was sehr scharf aus dem Tone, auf den sie abgestimmt ist, erkannt wird, so kann man, wenn sie in jenem Zwischenraume 80 Schwingungen aufzeichnete, die physiologische Zeit auf $^1/_5$ Sekunde bestimmen. Da man aber den vierten Teil einer Schwingung gut ablesen kann, so geht die Genauigkeit der Vorrichtung bis unter $^1/_{1000}$". Hätte sie z. B. nur $^1/_4$ Schwingung gezeichnet, so hätte sie dazu $^1/_{4400}$" gebraucht, und diese Zeit ist so genau, daß man sich nicht um $^1/_{1000}$" geirrt haben kann.

Der Passageapparat,

den Helmholz, Exner, Vaxt anwandten, um ohne Registrierung die bloße Dauer des Bewußtwerdens eines Eindruckes mit Ausschluß von Willenszeit zu messen, hat folgende ideelle Einrichtung. Um eine gemeinsame Axe drehen sich zwei Scheiben mit ungleicher Geschwindigkeit. Beide Scheiben haben Ausschnitte, die bei der Rotation bald koinzidieren und dann einen hinter ihnen befindlichen Gegenstand sichtbar werden lassen, bald aber nicht zusammentreffen, und dann den Gegenstand dahinter verdecken. Die Dauer des Bewußtwerdens eines Eindruckes wird nun dadurch bestimmt, daß man in verschiedenen langen Zeitdistanzen einen neuen Eindruck nachfolgen läßt, wodurch der erste ausgelöscht wird. Aus dem Verhältnisse der Geschwindigkeit der Rotationsscheibe und der Zahl und Größe ihrer Ausschnitte läßt sich berechnen, wie vielmal z. B. in 5" der Gegenstand vor meinen Augen sichtbar wurde; indem ich aber die Zahl der Wahrnehmungen, deren ich mir bewußt wurde, kleiner finde, so müssen manche Eindrücke aus Mangel an Zeit nicht zum Bewußtsein gekommen sein. Hätten z. B. 1000 Eindrücke stattgefunden, von denen ich bloß 50 unterschieden, so wären immer je 20 in eine Wahrnehmung zusammengeflossen und es hätten die 50 unterschiedenen Akte 5", also einer derselben 0,1" gedauert. Da aber eine solche Herstellung einer verminderten Anzahl diskreter Eindrücke schwer oder unmöglich ist, so bestimmt man die Zahl der unterschiedenen Eindrücke, bei welchen eben noch das Zusammenfließen aller Lichteindrücke in einen stetigen Kreis abgehalten, eben noch Einzeleindrücke unterschieden werden können; ihre Zahl in einer bestimmten Zeit dividiert in die Zeit gibt die Dauer eines bewußten Eindruckes. Statt die Geschwindigkeit der rotierenden Scheiben zu bestimmen, bei welchen die Eindrücke eben noch unterschieden werden, kann man mit Sicherheit die angeben, bei welcher sie eben anfangen, zusammenzufließen.

Vorstehendes Instrument ist zwar geeignet, sehr rasch aufein-

Digitized by Google

ander folgende Eindrücke herzustellen, die Rotation beliebig lange zu unterhalten und durch ein Uhrwerk zu registrieren; auch ist bei der vertikalen Lage der Scheiben der Versuch für ein zahlreiches Auditorium leicht sichtbar zu machen, aber handlicher sind

Die Kreisel,

welche durch eine abgezogene Schnur in rasche Bewegung auf einer horizontalen Ebene versetzt werden können. Bezold hat einen so vollkommenen Farbenkreisel konstruiert, daß man mit ihm eine Geschwindigkeit von 60 Umdrehungen in der Sekunde erzielen kann und seine Bewegung nach kräftigem Abziehen der Schnur dreiviertel Stunden dauert. Damit läßt sich nun leicht bestimmen, wie viel Umdrehungen in der Sekunde stattfinden müssen, bis ein auf den Kreisel gezeichneter Punkt den kontinuierlichen Eindruck eines Kreises, oder verschieden gefärbte Sektoren den einen Eindruck einer Mischfarbe machen. Dadurch, daß man sehr viele kleine, farbige Sektoren anbringt, muß natürlich auch bei geringerer Geschwindigkeit schon dieselbe Farbe häufiger ins Auge gelangen und Kraft der Nachwirkung des Eindrucks verhältnismäßig bald eine kontinuierliche Farbe erscheinen. Stärkere Lichteindrücke verlangen eine stärkere Umlaufsgeschwindigkeit des Kreisels als schwache, um zu verschmelzen.

Plateau ließ bei gewöhnlichem Tageslichte eine mit 12 weißen und 12 gleich breiten schwarzen Sektoren bemalte Scheibe rotieren. Die Dauer des Vorüberganges eines schwarzen Sektors vor dem Auge war so der 24. Teil einer Rotation der Scheibe. Damit nun ein einziger Lichteindruck von Grau entstände, mußte die Scheibe sich in 0,191 Sekunden einmal umdrehen, wofür Emsmann freilich 0,25 Sekunden fand. Helmholtz findet bei stärkstem Lampenlicht, daß ein Sektor nur $^1/_{48}$" für seinen Vorübergang vor dem Auge braucht, um mit den übrigen in einen stetigen Eindruck zusammenzufließen, bei schwachem Mondlichte durfte aber ein jeder $^1/_{20}$" Zeit in Anspruch nehmen. Diesen gleichmäßigen Eindruck erhält man, wenn man die Scheibe ungefähr 24—30 mal in der Sekunde sich umdrehen läßt.

Diese Zeit der Dauer eines Eindruckes rechnet nun Helmholtz fast ganz auf das Nachwirken des früheren, der erst abgeklungen sein muß, ehe ein neuer wahrgenommen werden kann, indem er die Zeit vom Reize bis zur Lichtempfindung für unbestimmter hält; die mitzuteilenden Versuche aber werden zeigen, daß diese Zeit bestimmt werden kann und eine verhältnismäßig beträchtliche ist. Dies geht aber auch bereits aus den Versuchen Hipp's hervor. Denn es ist klar, daß bei stärkeren Reizen die Nachwirkung größer sein muß, als bei

Digitized by Google

schwächeren, und doch findet er, bei schwächeren Reizen die Zeit verkürzt; bei sehr starkem Licht, wie Sonnenlicht, muß die Geschwindigkeit des Kreisels sehr gesteigert werden, um einen kontinuierlichen Eindruck zu haben; d. h., um diskrete Wahrnehmungen von starken Lichteindrücken zu erzielen, brauchte es nicht so lange Zeit für die einzelne Wahrnehmung, als bei schwachen. Damit stimmen aber sehr gut die Versuche von Wundt, welcher die Zeit einer einzelnen Apperzeption, ohne irgend welchen Einfluß eines noch fortdauernden früheren Reizes, mit schwächeren Reizen zu- und mit stärkeren abnehmen sah. Daß allerdings eine Nachwirkung des Reizes stattfindet, zeigen die Nachbilder. Und da dieselben zwischen positiven und negativen wechseln, d. h. an den helleren Stellen des Objektes zuerst dunkler und später heller erscheinen, und umgekehrt, so ist auch noch eine veränderte Reizbarkeit des Organes anzunehmen, welche gleichfalls auf die Zeit einer neu zu fassenden Vorstellung Einfluß übt.

Aus der Schnelligkeit, mit der man eine glühende Kohle im Kreise schwingen muß, um einen Lichtring zu sehen, läßt sich schon ziemlich genau die Zeitdauer einer Lichtwahrnehmung bestimmen; Cavallo berechnete sie daraus auf $^1/_{10}$″.

Ohne besondere Instrumente kann man eine annähernde Schätzung der Zeit einer unterschiedenen Wahrnehmung auch dadurch erhalten, daß man ein rotierendes Zahnrad betastet und die Zahl der an der Hand vorübergehenden Zähne in einer bestimmten Zeitdauer berechnet. Ist die Umdrehung noch so langsam, daß man eben noch unterschiedene Zähne wahrnimmt und nicht ein stetiges Gefühl eines rauhen Radreifes hat, so läßt sich aus der Anzahl der in einer Sekunde vorübergegangenen Zähne berechnen, wie viel Zeit die Auffassung eines Tasteindruckes braucht.

Genauere Bestimmung der Reaktionszeit.

Nach den im Vorigen beschriebenen Methoden, die physiologische Zeit zu messen, ist ersichtlich, daß dieselbe, da die Fortpflanzung des Reizes bis zum Organ entweder ganz wegfällt, wie bei Tastempfindungen, oder unbegrenzt klein ist, wie bei Lichteindrücken, oder eliminiert werden kann, wie bei Gehörsempfindungen, sich auf folgende subjektive Vorgänge verteilt: 1° Auf die Leitung der Erregung von dem peripherischen Ende des gereizten Nerven bis zum Gehirn; 2° die Empfindung des Eindruckes; 3° das volle Bewußtwerden desselben; 4° den Entschluß, den Reiz zu registrieren; 5° die Ausführung des Registrierentschlusses. Wenn wir die Empfindung vom Bewußtwerden derselben unterscheiden, so können wir uns dabei auf unsern Nachweis

Digitized by Google

der Existenz unbewußter Empfindungen, den wir früher[1]) geführt, berufen; doch braucht es hier nicht jener Annahme, da ganz gewiß zwischen einer Wahrnehmung und deren Aufnahme ins direkte und volle Bewußtsein, von Wundt ins Blickfeld des Bewußtseins, „Apperzeption" genannt, ein Unterschied besteht. Es besteht nun weiterhin für uns kein Zweifel, daß die Leitung der Nervenerregung bis zum Gehirn nicht den Zweck hat, die Empfindung überhaupt zu bewirken, sondern bloß das Bewußtsein, das an die zentralen Nerventeile gebunden ist, zu vermitteln; die Empfindung selbst entsteht schon in dem beseelten Organ, und wird nicht erst dorthin versetzt. Somit fiele nach unserem Dafürhalten die Empfindungszeit ganz weg, und da auch die Leitungszeit und häufig auch die Willenszeit fast verschwindend ist, nähme die Zeit für das Bewußtwerden den größten Teil von der physiologischen Zeit in Anspruch. Und in der Tat wird sich dies im Folgenden noch aus den Tatsachen ergeben.

Wenden wir uns nun zunächst zu der Leitungsdauer im Nerven. Man könnte geneigt sein, dieselbe nicht so gering anzuschlagen, da dieselbe im allgemeinen durch molekulare Veränderungen in der Nervensubstanz sich vollzieht, und insbesondere die Stärke der Reize, welche die physiologische Zeit verkürzt, auch die Leitung der Nerven beschleunigt. Doch kann diese Zeit nicht von Bedeutung sein, da sonst der Reiz an fern vom Gehirn liegenden Nervenenden später im Bewußtsein eine Reaktion herbeiführen müßte, als die ihm näher gelegenen. Nun aber zeigt sich die ganze physiologische Zeit bei Gehör- und Tastempfindungen den Lichteindrücken gegenüber verkürzt; und doch ist die Leitung durch den Optikus bis zum Gehirn nicht länger, sondern kürzer, als durch den Akustikus und die meisten Tastnerven. So betrug die mittlere physiologische Zeit bei

	Wundt	Hirsch	Hankel	Exner
Schall-	0,167	0,149	0,1505	0,1337
Licht-	0,222	0,200	0,2246	0,1506
Tastempfindung	0,202 — 0,213	0,182	0,1546	0,1360[2])

Nun mag es allerdings sein, daß die verschiedene Stärke der

1) S. 142 ff.

2) Die Reaktionszeit beim Geschmack wird sehr verschieden angegeben. F. Kiesow (Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1903. 33. Bd. S. 453 f.), der sich mit diesem Sinne am eingehendsten beschäftigt hat, hält die längere für die richtigere, weil vor der eigentlichen Geschmacksempfindung die Tastempfindung eintritt, sodann auch noch ein unbestimmter Geschmack; die Reaktion erfolgt darum zu früh. Auch beim Geruch besteht eine ähnliche Verschiedenheit der Angaben, wohl aus demselben Grunde; auch hier tritt bei Schwellenbestimmung ein Vorstadium vor der Unterscheidung der Qualität ein. Über die Reaktionszeit beim Geruch werden wir später berichten.

Digitized by Google

Reize auf diesen verschiedenen Sinnesgebieten an der Verkürzung der Schallwahrnehmung und Hautempfindung und an der Verlangsamung des Sehens mitwirkte, jedoch kann man auch alle Sinne bei gleich starken Empfindungen mit einander vergleichen, wenn dieselben nämlich gerade merklich werden für das Bewußtsein, „auf der Reizschwelle". Eine eben merkliche Empfindung muß bei allen Sinnen für das Bewußtsein ganz gleich sein, weil die Merklichkeit eben das Bewußtwerden bezeichnet. Vergleicht man die physiologischen Zeiten, verschiedener Sinne bei dieser niedrigen Reizstärke, so ist sie bedeutend größer als bei stärkeren Reizen, aber für Schall, Licht, Gefühl ziemlich dieselbe. Folgendes gibt Wundt als Mittel aus 24 Beobachtungen der Reizschwelle:

Schall-	0,337
Licht-	0,331
Tastempfindung	0,327

Da aber die Leitungsbahn bei manchen Tastnerven, z. B. von dem Fußzehen aus, wenigstens 10 mal größer ist, als bei den optischen Nerven, und bei Wirkung der ersteren doch weniger Zeit bis zur bewußten Empfindung erforderlich ist, als bei letzteren, so kann kaum die Leitung von erheblichem Einfluß auf die physiologische Zeit sein.[1])

Sodann zeigen auch die unter sehr verschiedenen Umständen angestellten Beobachtungen, daß weder die Leitung, noch die Empfindung, noch die Willenszeit, sondern das Bewußtwerden der Empfindung den bedeutendsten Einfluß auf die Dauer der ganzen physiologischen Zeit ausübt. Dieselben zeigen nämlich, das in dem Maße, als die Aufmerksamkeit auf den zu erhaltenden bewußten Eindruck gerichtet und schon adaptiert ist, die physiologische Zeit abnimmt. So kann sie bedeutend verkürzt werden, wenn man die Zeit des Eintrittes des Schalles oder des Lichtes etwa durch ein ihm vorausgehendes Signal bereits kennt. Macht man viele Versuche hintereinander, und geht das Signal immer um gleichviel dem erwarteten Eindruck voraus, so kann schließlich die physiologische Zeit auf Tausendstel einer Sekunde, oder auf eine noch kürzere, nicht mehr bestimmbare Zeit herabgedrückt werden. Im Mittel sank die Zeit bei stärkeren, nicht signalisierten Schallreizen von 0,253 auf 0,076, wenn sie vorher angekündigt waren, und bei schwächeren von 0,266 (ohne Signal) auf 0,175 (mit Signal).

1) Die Leitungsgeschwindigkeit in den sensibelen Nerven beträgt ca. 33 m in der Sekunde. Kiesow glaubt dieselbe Geschwindigkeit auch für die motorischen Nerven gefunden zu haben; andere Forscher bestimmen für diese die Geschwindigkeit von 66 m. Vergl. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1904. 35. Bd. S. 132 ff.

Digitized by Google

Die Spannung der Aufmerksamkeit ist es hier, welche in demselben Augenblicke, wo der Reiz empfunden wird, ihn auch zum Bewußtsein bringt. Dieselbe bringt aber auch die Willenszeit zum Verschwinden; denn dieselbe setzt bei Wahrnehmung des Signals den Willen und dieser die Muskelgefühle, die zum Registrieren notwendig sind, in Spannung, um so viel als möglich gleichzeitig mit dem Eindrucke zu registrieren. Diese Spannung kann so weit gehen, daß der Beobachter die Bewegung nicht mehr in seiner Gewalt hat, sondern einen zufällig entstehenden Eindruck registriert, recht wohl wissend, daß dies nicht der richtige ist. Es versichern auch die Beobachter, daß sie recht wohl zu unterscheiden wüßten, ob sie gut oder schlecht registriert, d. h., die Registrierbewegung wirklich gleichzeitig oder nicht gleichzeitig mit dem Eindrucke gemacht, und ein sehr deutliches Gefühl von der Gleichzeitigkeit der Willensausführung und dem Bewußtsein des Eindruckes haben. Es ist darum mindestens übertrieben, was gewöhnlich behauptet wird, man könne nicht zugleich zwei Wahrnehmungen ins Bewußtsein fassen, z. B. nicht gleichzeitig den Pendelschlag hören und den durch das Fadenkreuz des Fernrohres gehenden Stern sehen. So oft wir zwei Wahrnehmungen mit einander *vergleichen*, müssen wir sie gleichzeitig im Bewußtsein haben. Wahr ist, daß es viel leichter ist, solche Vorstellungen gleichzeitig zu fassen, welche an sich wie bei der Vergleichung eine gewisse Zusammengehörigkeit haben, oder in solche gebracht werden. So bemerkt *Wundt*, daß man geneigt sei, die zwei Wahrnehmungen als eine *komplexe* zu fassen; häufig habe es ihm geschienen, als habe er den gleichzeitig mit seiner Registrierung gehörten Ton durch dieselbe hervorgebracht. Beide Vorstellungen setzten sich ihm scheinbar in Kausalnexus zusammen.

Dieser Einfluß der Aufmerksamkeit zeigt sich noch deutlicher, wenn man einen Eindruck vorher nicht nur nicht der Zeit und Beschaffenheit nach, sondern einen entgegengesetzten erwartet. Wird z. B. zwischen regelmäßig abfolgenden Tönen von gleicher Stärke ein schwächerer oder stärkerer eingeschaltet, so kann die physiologische Zeit auf $^1/_2$" steigen. Hier hat sich die Aufmerksamkeit auf die gleichen Töne eingestellt, darum braucht sie längere Zeit, um sich zu einem andern zu wenden. Damit steht auch die Tatsache zusammen, daß man bei sehr starken und sehr schwachen Reizen die physiologische Zeit verlängert findet. Bei sehr kleinen hat sich die Aufmerksamkeit nicht so niedrig, und bei sehr starken nicht so hoch gerichtet; beide kommen also der Aufmerksamkeit unerwartet. Und so läßt sich allgemein auf Grund der Beobachtungen behaupten: Alles, was die Adaption der

Digitized by Google

Aufmerksamkeit auf den bevorstehenden Eindruck erschwert, das verlängert auch die physiol. Zeit; erfolgt er in nicht bekannter Zeit, Qualität, Stärke, oder wird er gar zu anderer Zeit, in anderer Stärke und Qualität erwartet, so entsteht eine starke Verlängerung.

Wendet man neben regelmäßig wiederholten Haupteindrücken einen die Aufmerksamkeit störenden Nebeneindruck an, zumal von einem anderen Sinnesgebiete als der Haupteindruck, so kann sogar eine Verschiebung der Wahrnehmung eintreten. Läßt man z. B. in sehr kurzer Zeitdistanz von einem wiederholten Glockenschlag, etwa kurz vorher einen schwachen Stimmgabelklang ertönen, so werden beide Töne bald gleichzeitig, bald der eine, bald der andere zuerst gehört. Auch ohne genauere Messung hat man schon früher die merkwürdige Tatsache beobachtet, daß das Blut beim Aderlaß früher gesehen, als der Schnäpper gehört wurde. Natürlich wird das zuerst gesehen oder gehört, hat eine kürzere physiologische Zeit, worauf die Aufmerksamkeit mehr gespannt ist.

Lehrreich sind auch für die Bestimmung der physiologischen Zeit diejenigen Experimente, welche dartun, wie viel Zeit zwischen zwei Reizen liegen muß, damit sie getrennt aufgefaßt werden können, wovon schon oben die Rede war. Dieselben begegnen, wie wir sahen, der Schwierigkeit, daß jeder Reiz eine Nachwirkung im Organ zurückläßt, welche erst abgeklungen sein muß, ehe der neue Reiz zur Wirkung kommen kann. Wenn also auch hier die Willenszeit in Wegfall gebracht werden kann, so schiebt sich dafür eine kurze Nervenerregung ein, welche die genaue Bestimmung des reinen Bewußtwerdens erschwert. In der Tat vermag das Ohr, welches für Dämpfung der Nachwirkung besonders günstig eingerichtet ist, auch viel rascher aufeinanderfolgende Eindrücke noch zu unterscheiden, als der Tastsinn und das Gesicht. Während beim Auge die beiden Lichteindrücke 0,047″ und bei der Haut die Stöße 0,0277″ auseinanderliegen müssen, können sie beim Ohr auf 0,016″ zusammenrücken, womit auch ziemlich gut die Angabe von $^1/_{60}$″, welche aus der Bemerkbarkeit von Schwebungen dissonanter Töne erschlossen wird, zusammenstimmt. Hier hängt aber viel von der Stärke, Ausdehnung und Beschaffenheit des nachfolgenden Reizes ab. So macht es einen großen Unterschied, ob die in einer bestimmten Zeit aufzufassenden Buchstaben groß oder klein, stark oder schwach beleuchtet sind ꝛc. Die Zeit, um 3 Buchstaben zu lesen, variiert auch bei bestimmtem Text zwischen $^1/_{18}$ und $^1/_{40}$ Sekunden. Nur unter der Annahme, daß der nächstfolgende Buchstaben die Nervenerregung des früheren momentan abschneidet, würde dann diese ganze Zeit auf das Bewußtsein verwandt.

Digitized by Google

Noch in anderer Weise hat Donders versucht, die reine Bewußtseinszeit, die „Zeit der reinen Vorstellungsbildung" aus der gesamten physiologischen Zeit heraus zu heben. Er ließ nämlich einen Mitbeobachter in demselben Augenblicke, wo er einen verabredeten Vokalklang aussprach, denselben wiederholen. Sodann mußte der Assistent den Mund bereits für einen bestimmten Vokal einstellen, ohne zu wissen, wann er ihn nachzusprechen habe, da der Klang unregelmäßig zwischen andern vorgesprochen wurde. Es ist nun nicht zu leugnen, daß die Sprechmuskeln, namentlich wenn sie bereits eingestellt sind, schneller reagieren, als die Bewegungsmuskeln der Hände. Indem nun Donders annahm, daß die bei bereitgehaltener Mundstellung zutage tretende Verkürzung der physiologischen Zeit einzig von dem Wegfall der Willenszeit abhängt, bestimmt er die Differenz zwischen der in beiden Fällen erhaltenen Zeitdauer $^1/_{25}$" als reine Vorstellungszeit und den Überschuß $^1/_{28}$ als Willenszeit.

Sehr bedeutend endlich zeigt sich der subjektive Einfluß des Beobachters auf die zeitliche Entstehung der Wahrnehmung bei denjenigen Versuchen, bei welchen in eine Reihenfolge von Eindrücken ein anderer, zumal disparater eingeschoben wird; denn auch hier zeigt sich wieder eine Verschiebung der Zeit des Bewußtseins gegen den wirklichen Verlauf der Eindrücke, welche durch verschiedene Abänderungen der Versuche sehr große Variationen erleidet. Wundt beschreibt seine desfallsigen Versuche in folgender Weise:

„Am zweckmäßigsten ist es, bei diesen Versuchen als Vorstellungsreihe eine Anzahl von Gesichtsvorstellungen, welche man sich leicht mittelst eines bewegten Objektes verschaffen kann, und als hinzutretenden disparaten Eindruck einen Schallreiz zu wählen. Man läßt z. B. vor einer kreisförmigen Skala einen Zeiger mit gleichförmiger und hinreichend langsamer Geschwindigkeit sich bewegen, so daß die Einzelbilder desselben nicht verschmelzen, sondern eine Stellung in jedem Momente deutlich aufgefaßt werden kann. Dem Uhrwerk, welches den Zeiger dreht, gibt man eine solche Einrichtung, daß bei jeder Umdrehung ein einmaliger Glockenschlag ausgelöst wird, dessen Eintrittszeit beliebig variiert werden kann, sodaß der Beobachter niemals zuvor weiß, wann der Glockenschlag wirklich stattfindet. Es sind nun bei diesen Beobachtungen drei Dinge möglich: entweder kann der Glockenschlag genau im selben Moment apperzipiert werden, in welchem der Zeiger zur Zeit des Schalles steht; in diesem Falle findet also keine Zeitverschiebung statt. Oder der Schall kann mit einer späteren Zeigerstellung kombiniert werden; dann werden wir, falls der Zeitunterschied so bedeutend ist, daß er nicht bloß auf die Fortpflanzungs-

Digitized by Google

vorgänge bezogen werden kann, eine Zeitverschiebung der Vorstellungen annehmen müssen, die wir, wenn der Schall später apperzipiert wird, als er wirklich stattfindet, positiv nennen wollen. Endlich kann aber auch der Glockenschlag mit einer Zeigervorstellung kombiniert werden, welche früher liegt, als der wirkliche Schall; hier werden wir die Zeitverschiebung eine negative nennen. Das scheinbar Natürlichste, am meisten der Voraussicht Gemäße, scheint wohl die positive Zeitverschiebung zu sein, da wir vermuten dürfen, daß zur Apperzeption immer eine gewisse Zeit erfordert wird. Man könnte denken, daß diese Versuche sogar die einwurffreieste Methode abgeben möchten, um die wirkliche Apperzeptionsdauer beim Wechsel disparater Vorstellungen zu bestimmen, weil bei ihnen die Zeit der Willenserregung wieder gar nicht ins Spiel kommt. Aber der Erfolg zeigt, daß gerade das Gegenteil richtig ist. Der weitaus häufigste Fall ist, daß die Zeitverschiebung negativ wird, daß der Schall also anscheinend früher gehört wird, als er wirklich stattfindet, viel seltener ist sie null oder positiv. Zu bemerken ist übrigens, daß bei allen diesen Versuchen die sichere Kombination des Schalles mit einer bestimmten Zeigerstellung eine gewisse Zeit erfordert, und daß dazu niemals etwa eine einzige Umdrehung des Zeigers genügt. Es muß also die Bewegung eine längere Zeit vor sich gehen. . . . Dabei bemerkt man, daß zuerst der Schall nur im allgemeinen in eine gewisse Region der Skala verlegt wird und daß er sich erst allmählich bei einer bestimmten Zeigerstellung fixiert. . . Wenn man sich vornimmt, den Glockenschlag mit einer willkürlich gewählten Zeigerstellung zu verbinden, so gelingt das gar nicht schwer, falls man nur diese Stellung nicht zu weit von dem wirklichen Ort des Schalles wählt. Verdeckt man ferner die ganze Skala mit Ausnahme eines einzigen Teilstriches, vor welchem man nun den Zeiger vorbeigehen sieht, so ist man sehr geneigt, den Glockenschlag gerade mit dieser wirklich gesehenen Stellung zu kombinieren, und zwar kann dabei leicht ein Zeitintervall von mehr als $^1/_4$ Sekunde ignoriert werden. Brauchbare Resultate lassen sich also nur aus lange fortgesetzten sehr zahlreichen Versuchen gewinnen, in denen sich nach dem Gesetz der großen Zahlen solche unregelmäßige Schwankungen der Aufmerksamkeit immer mehr ausgleichen, so daß die wahren Gesetze ihrer Bewegung deutlich hervortreten können."

Die erste gesetzmäßige Erscheinung, die nun auf diese Weise ermittelt wurde, ist die, daß mit zunehmender Geschwindigkeit der Zeigerbewegung die Zeitverschiebung des Schalleindruckes der Glocke zunimmt. Hierbei gibt es aber eine Grenze, über welcher der Ton der Glocke zu spät und unter der er meist zu früh oder richtig ge-

Digitized by Google

hört wird. Macht z. B. der Zeiger eine Umdrehung in 1", ist also zwischen je zwei Glockenschlägen 1" Sekunde Zeitintervall, zwischen je zwei noch unterscheidbaren Stellungen des Zeigers bei zwei Teilstrichen des Zifferblattes $^1/_{36}$", so ist man jener Grenze sehr nahe. Wird dann die Geschwindigkeit des Zeigers und der Glockenschläge noch vergrößert, so wird der Schall meist mit einem späteren Teilstrich kombiniert, d. h., man hört den Schall nicht zu der Zeit, wo der Zeiger bei dem Teilstrich steht, bei dessen Berührung durch den Zeiger der Schall der Glocke entsteht, sondern weit später.

In demselben Sinne ändert sich die Zeitverschiebung, wenn man bei einer Umdrehung des Zeigers die Geschwindigkeit verändert. Im Augenblicke, da dieselbe gesteigert wird, nimmt man den Glockenschlag zu früh, wenn sie abnimmt, zu spät wahr.

Diese Erscheinungen erklären sich den früher besprochenen analog einzig durch den Einfluß der Aufmerksamkeit auf die Dauer des Bewußtwerdens der Empfindung. Ist die Bewegung des Zeigers ziemlich langsam, so hat die Aufmerksamkeit nach jedem Eindrucke Zeit genug, um sich wieder auf den nach Quantität, Qualität und Eintritt genau bestimmten Ton zu spannen. Der regelmäßige, häufiger wiederkehrende Verlauf der Zeiger regt nicht so stark zur Aufmerksamkeit an; darum wird die Spannung weit weniger auf seine Stellungen gerichtet, als auf den Schall; darum erreicht für unser Gesicht der Zeiger erst *später* die Stelle, an welcher er zur Zeit des Tones stand; wir sehen ihn da später, als wir den Ton hören. Nimmt aber die Geschwindigkeit der beiden Vorstellungsreihen mit der Steigerung der Schnelligkeit des Uhrwerkes zu, so hat die Aufmerksamkeit nicht Zeit, um von einem Ton zum andern sich gehörig zu spannen; sie ist dann nicht stärker für die Wahrnehmung des Tones als für die Zeigerstellungen; in diesem Falle muß die Zeitverschiebung gleich Null werden.

Daß aber auch der Ton zu spät, wenn auch selten, gehört wird, scheint mir mehr von individueller Gewohnheit des Beobachters zu kommen, als einem physiologischen und psychologischen Grunde zuzuschreiben zu sein; wenigstens ist mir nicht klar, was Wundt zu der Begründung aus Aufmerksamkeitseinflüssen beibringt. Er selbst gibt die große Variationsmöglichkeit bei verschiedenen Individuen zu und bedauert, daß es ihm an Material fehle, seine Individualität in dieser Beziehung zu prüfen. Außerdem ist durch die Existenz der persönlichen Gleichung der Einfluß der Individualität auf die Zeitverschiebung außer allem Zweifel. Dabei ist die persönliche Differenz häufig so groß, daß wahrscheinlich die Verschiebung nicht bei

Digitized by Google

beiden Beobachtern in demselben Sinne stattgefunden hat, sondern der eine zu früh, der andere zu spät gesehen hat.

Allerdings kommt die verhältnismäßige Größe der persönlichen Gleichung auch von einer Verdoppelung der Zeitverschiebung, denn dieselbe macht sich zweimal geltend: das erste Mal, wenn der Beobachter den Eintritt des Sternes in das Fadennetz mit dem gehörten Pendelschlag kombiniert, das zweite Mal beim Austritte. Aber immer muß auch für die durch 2 dividierte persönliche Differenz ein konstanter Grund angegeben werden. Ich glaube daher, daß, wenn der Beobachter zuerst auf den Schall achtet, um sodann ihm eine Zeigerstellung anzuweisen, niemals eine positive Zeitverschiebung vorkäme. Hat man sich aber gewöhnt, erst die Zeigerstellung zu fixieren und dann den Ton mit ihr zu kombinieren, so wird während der Anstrengung, den Ton zu apperzipieren, natürlich der Zeiger weiter gerückt sein. Höchstens könnte man an die geringere Geschwindigkeit der Schallfortpflanzung gegenüber der schnelleren des Lichtes denken, welche bei einer Entfernung des Ohres von 5′ schon $^1/_{210}$″ betragen könnte. Doch kann dieser geringe Betrag nicht ausreichend sein, um die ziemlich starken, positiven Schwankungen zu erklären, die sich ja auch dann zeigen, wenn der Beobachter sich in nächster Nähe von der Glocke befindet.

So weisen alle Beobachtungen auf diesem interessanten Gebiete darauf hin, daß rein psychischen Akten, wie der Aufmerksamkeit und der frei gewollten Richtung der Aufmerksamkeit, der hauptsächlichste Einfluß auf die Zeitdauer der Entstehung einer bewußten Empfindung zuzuschreiben ist.

Unsere Erklärung der Zeitverschiebung wird bestätigt durch Versuche von W. v. Tschisch, welche er in der Abhandlung der „Philos. Studien″ „Über die Zeitverhältnisse der Apperzeption einfacher und zusammengesetzter Vorstellungen mit Hülfe der Komplikationsmethode″ darlegt.

Unter Komplikation versteht man seit Herbart die Verbindungsprozesse disparater Vorstellungen, z. B. einer Gesichts- mit einer Gehörsempfindung. Die Versuche wurden an dem von Wundt zu diesem Zwecke eigens konstruierten Apparat in folgender Weise ausgeführt. Durch die schnelleren oder langsameren Schwingungen eines Pendels konnten die Zeiger eines Zifferblattes mit verschiedener Geschwindigkeit bewegt werden. Während die Zeiger die Teilstriche des in Grade geteilten Kreises passierten, wurde durch einen magnetischen Hammer ein Schall oder durch einen elektrischen Strom ein Stoß auf die Haut erzeugt, oder durch den Tasthammer ein Finger gereizt. Man wußte nun bei welchem Teilstriche auf dem Zifferblatte der objektive

Digitized by Google

Reiz erfolgte, und untersuchte, bei welchem Stande des Zeigers der Reiz *empfunden* wurde. Mehrere Tausende von Versuchen führten nun zu folgenden Resultaten.

In der *ersten* Versuchsreihe wurde in der Reihe der Gesichtsvorstellungen mit den verschiedenen Zeigerstellungen nur je *einer* jener disparaten Eindrücke kompliziert. In allen Fällen wurde dieser Reiz nicht gleichzeitig mit derjenigen Zeigerstellung apperzipiert, bei welcher er erregt worden war, sondern mit einer vorhergehenden. Im allgemeinen hätte ein Reiz zur Apperzeption gelangen können entweder bei der Zeigerstellung im Augenblicke des Geschehens des Reizes oder gleichzeitig mit einer späteren Stellung des Zeigers, d. h. später als der Reiz appliziert wurde, oder bei einer Zeigerstellung, die dem Reizungsmomente vorherging. Letztere Zeitverschiebung nennt *Wundt* negativ, die erstere positiv. Diese Zeitverschiebung war bei der ersten Versuchsreihe sehr bedeutend, und stets negativ, die Qualität des momentanen in die Reihe der Gesichtsvorstellungen eintretenden Reizes war ohne erhebliche Bedeutung. Die Verschiebung war aber um so geringer [1]), je schneller sich mit dem Pendel die Zeiger bewegten. Auch die Variierung der Geschwindigkeit übte einen bedeutenden Einfluß. Die Zeitverschiebung ist größer bei wachsender als bei abnehmender Geschwindigkeit.

Bei einer Geschwindigkeit von 5,69 war die Zeitverschiebung bei *einem* Schall = — 648, bei 7,25 Geschwindigkeit = — 441, bei 10,30 Geschwindigkeit = — 203. Bei der Geschwindigkeit von 4,01 und Geschwindigkeitsänderung von + 9,72 ist die Zeitverschiebung für den Schall — 1509, bei derselben Geschwindigkeit und derselben Abnahme — 717.

In der *zweiten* Versuchsgruppe wurden *zwei* Reize mit der Reihe der Gesichtsvorstellungen kompliziert. Auch hier erwies sich die Zeitverschiebung negativ, aber nicht so stark wie bei *einem* momentanen Reiz. Stärker ist sie, wenn zwei disparate Reize, wie Tast- und Gehörsempfindung in die Gesichtsvorstellungen eintreten. Vergesellschaftung von zwei Gehörreizen aber aus verschiedenen Quellen wie Glockenton und Hammerschlag oder von zwei Hautreizen durch Elektrizität und Betastung verhielten sich wie zwei disparate Reize.

In der *dritten* Versuchsgruppe wurden *drei* momentane Reize mit der ablaufenden Reihe der Zeigerstellungen kompliziert. Sind die

1) Dies gilt auch von den folgenden Gruppen, nur daß, je mehr die momentanen Eindrücke vermehrt werden, der Einfluß der Geschwindigkeit geringer wird.

Digitized by Google

drei Reize gleichartig, so bleibt die Zeitverschiebung noch negativ, sie wird positiv, wenn sie ungleichartig sind. Bei derselben Geschwindigkeit ist sie für letzteren Fall = 296, für ersteren — 194.

In der vierten Gruppe werden vier Reize mit den Zeigerstellungen kompliziert. Bei derselben Geschwindigkeit 5,69 bemerkt man bei gleichartigen Reizen eine Verkleinerung der Zeitverschiebung gegenüber der vorigen Gruppe, sie bleibt aber negativ, eine Vergrößerung der positiven Verschiebung bei ungleichartigen; z. B. zwei Schallreize mit elektrischer und Druckreizung gibt die Zeitverschiebung + 399, vier elektrische Reizungen — 92. Das Hinzufügen eines vierten ungleichartigen Reizes verändert aber die Zeitverschiebung viel weniger als der dritte, wie dieser weniger als die Hinzufügung eines zweiten.

Werden endlich fünf momentane Reize kompliziert, so wird die Zeitverschiebung noch geringer, aber positiv.

Auf diese Weise ergibt sich, daß in allen Fällen die Zeitverschiebung mehr verändert wird durch Hinzufügen eines ungleichartigen als eines gleichartigen Reizes, und daß mit der Zahl der hinzugefügten Reize die Verschiebung abnimmt. Das Einführen eines zweiten ungleichartigen Reizes veränderte die Zeitverschiebung um 519, eines dritten um 425, eines vierten um 103, das Einführen eines zweiten gleichartigen um 329, eines dritten um 199, eines vierten um 102, eines fünften um 41.

Ferner je größer die Geschwindigkeit der Zeigerdrehung, um so geringer ist der Wert der Veränderung, so wenigstens in der zweiten und dritten Gruppe, in der vierten ist der Einfluß der Geschwindigkeit auf die Veränderung nicht mehr zu bemerken. Der Einfluß der Zu- oder Abnahme der Geschwindigkeit auf die Zeitverschiebung tritt nur in der zweiten Gruppe auf.

Aus der Zusammenstellung der Daten der ersten Gruppe zieht nun Tschisch folgende Schlüsse:

1. Es gibt keinen Unterschied der Zeitverschiebung für Gehör-, Tast- und elektrische Reize gegenüber einer Reihe von Gesichtsvorstellungen.

2. Die Zeitverschiebung ist bloß bei einem momentanen Reiz stets negativ.

3. Der Wert der Zeitverschiebung steht im umgekehrten Verhältnisse zu der Geschwindigkeit der sich ablösenden Gesichtsvorstellungen und bei zunehmender Geschwindigkeit ist sie größer als bei gleich großer abnehmender.

Den Einfluß der Geschwindigkeit auf die Zeitverschiebung hatte

Digitized by Google

schon der Astronom Bessel bemerkt, da dieselbe bedeutend kleiner wurde, als er statt einer Uhr die Sekunden angab, eine andere für halbe Sekunden gebrauchte.

Wie erklärt sich diese so befremdende Erscheinung, daß von zwei Reizen die gleichzeitig erfolgen, der eine früher oder später apperzipiert wird als der andere? Tschisch meint, die momentanen Reize würden tatsächlich früher apperzipiert, als sie objektiv stattfinden. Die gespannte Aufmerksamkeit auf die momentanen Töne bewirke, daß sie zu früh apperzipiert, d. h. reproduziert würden.

Aber diese Erklärung ist durchaus unhaltbar, denn die zu früh wahrgenommenen Reize sind keine reproduzierten phantastischen Vorstellungen, sondern wahre Empfindungen, und wenn solche Reproduktionen stattfänden, so müßte dann später derselbe Eindruck noch einmal in der Empfindung auftreten.

Die Erklärung liegt unseres Erachtens viel näher. Es ist bekannt, wie bedeutend die Apperzeptionsdauer durch die Aufmerksamkeit beeinflußt wird. Nun ist aber in unserm Falle die Aufmerksamkeit ganz und gar auf die momentanen Schall-, Tast- und elektrischen Reize gerichtet; man will ja sehen, mit welchen der ablaufenden Gesichtseindrücke sie zusammenfallen, letztere gehen nur so nebenbei ganz regelmäßig ohne besondern Eindruck zu machen an der Seele vorüber. Daher müssen jene momentanen Reize viel schneller apperzipiert werden als diese regelmäßig wiederkehrenden. Diese Verfrühung wird durch die negative Zeitverschiebung ausgedrückt. Sollen aber mehrere momentane Reize mit der Zeigerstellung kompliziert werden, so erfordert die Zusammenfassung derselben eine meßbare Zeit, und darum werden sie nicht mehr so früh apperzipiert, wie der einzige Reiz. Die Zeitverschiebung ist noch negativ; aber von geringerer Größe. Werden noch mehr Reize mit den Gesichtsvorstellungen kompliziert, so wird ihre Zusammenfassung immer schwieriger, sie braucht immer mehr Zeit und tritt schließlich später ein als die entsprechende Gesichtsempfindung: Die Zeitverschiebung wird positiv. Selbstverständlich ist es aber der Seele leichter, gleichartige Vorstellungen mit einander zu verschmelzen als ungleichartige zu komplizieren. Daher die Erscheinung, daß letzterer Prozeß längere Zeit braucht als ersterer.

Demgemäß muß die Hinzufügung eines disparaten Reizes die Zeitverschiebung stärker verändern als die eines gleichartigen zu den momentanen Komplikationsreizen.

Aus der numerischen Veränderung, welche die Zeitverschiebung durch Hinzufügung eines neuen Komplikationsreizes erfährt, läßt sich die Dauer der dabei vorkommenden Komplikationen und Ver-

Digitized by Google

schmelzungen von Vorstellungen berechnen. Es betrug diese Zeit in tausendstel Sekunde für

die erste	Komplikation	einer	einfachen	Vorstellung	557
„ zweite	„	„	„	„	409
„ dritte	„	„	„	„	103
„ erste	Verschmelzung	„	„	„	277
„ zweite	„	„	„	„	199
„ dritte	„	„	„	„	103
„ erste	Komplikation	„	zusgesetzten	„	416
„ zweite	„	„	„	„	291
„ dritte	„	„	„	„	126.

Die absolute Bedeutung dieser Werte erhellt aus ihrer annähernden Unabhängigkeit von der Geschwindigkeit der ablaufenden Gesichtsvorstellungen. Man sieht aus diesen Zahlen, daß mit der Zusammensetzung der Vorstellungen die Zeitdauer der hinzutretenden Verbindungsprozesse abnimmt und die Zeitunterschiede der Komplikation und Verschmelzung sich vermindern.

Noch müssen wir von dem Einflusse Rechenschaft geben, den die Geschwindigkeit der ablaufenden Reihe der Gesichtsvorstellungen auf die Zeitverschiebung ausübt. Wir glauben dieselben in folgender Weise erklären zu können.

Die Reihe der Gesichtsvorstellungen bildet den Maßstab für die Zeitverhältnisse der damit komplizierten momentanen Reize. Nun ist klar, je gröber der Maßstab ist, desto ungenauer mißt er, je feiner, desto genauer. Mit Zunahme der Geschwindigkeit wiederholen sich die messenden Zeigerstellungen schneller, der Maßstab wird genauer, wir verschieben die Zeit nicht mehr so stark, wie bei der langsameren Zeigerbewegung. Nimmt die Geschwindigkeit zu, so wird unsere Aufmerksamkeit gespannter, wir apperzipieren die momentanen Reize früher, nimmt sie ab, so erschlafft die Aufmerksamkeit, die Zeitverschiebung wird geringer. Mit der Zusammensetzung der Vorstellungen nimmt der Einfluß der Geschwindigkeit ab, weil hier die Prozesse der Verschmelzung und Komplikation so sehr die Tätigkeit der Seele und insbesondere die Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, daß die Geschwindigkeit der ablaufenden Reihe sich wenig mehr bemerklich macht.

Zur Erklärung der Zeitverschiebung dient auch eine Abhandlung von E. M. Weyer. „Die Zeitschwellen gleichartiger und disparater Sinneseindrücke.“ [1])

1) Philos. Studien. 1898. S. 616.

Digitized by Google

Er führt aus: Schon verschiedene Forscher haben die kleinste Zeit zu bestimmen gesucht, die zwischen zwei Sinneseindrücken, sei es desselben oder verschiedener Sinne, verstreichen muß, damit dieselben gesondert wahrgenommen werden können. Sie haben aber dabei meist den Einfluß der Apperzeption unberücksichtigt gelassen. Diese kann bewirken, daß selbst eine negative oder positive Verschiebung des Zeitpunktes der Wahrnehmung eintritt. Bei der Anwendung der Komplikationsmethode, Bestimmen des Zusammenfallens einer Gesichts- und einer Gehörswahrnehmung, ergab sich, daß der Schall bald früher, bald später als der gleichzeitig erfolgende Gesichtseindruck gehört wurde. Es ist darum ungenau gesprochen, wenn v. Tschisch bemerkt, „daß momentane Reize vor ihrem Entstehen apperzipiert werden", und also gegenstandlos die Kritik von James: „Die Wundt'sche Erklärung der Versuche ... fordert zu glauben, daß ein Beobachter ... fortwährend und ohne Ausnahme eine Hallucination des Klingelschlages, bevor derselbe geschieht, bekommt und nicht den wirklichen Klingelschlag darnach höre."

Die neuesten Komplikationsversuche sind von M. Geiger[1]) angestellt und in dem Aufsatze: „Neue Komplikationsversuche" diskutiert worden.

Läßt man gleichzeitig mit kontinuierlichen Gesichtseindrücken periodisch einen Schall ertönen, so erfährt der Schall eine „negative" Zeitverschiebung", d. h. er wird früher gehört, als der ihm gleichzeitige Gesichtseindruck. Mit Einübung nimmt das Zurückgehen des Schalles ab. Die Geschwindigkeit in der Aufeinanderfolge der Eindrücke vermindert die Zeitverschiebung.

Wie ist dies zu erklären? Manche behaupten, der photochemische Prozeß im Auge verlange mehr Zeit als die Erregung des Gehörnerven: es könne auch wegen der Enge des Bewußtseins gleichzeitig nicht ein Schall gehört und gesehen werden. Nach Andern ist das vorzeitige Hören des Schalles eine Hallucination usw. Der Verf. erklärt sie aus der Verschiedenheit der Apperzeption der beiden Eindrücke. Die Aufmerksamkeit ist intensiver auf den Schall als auf die kontinuierlichen Gesichtseindrücke gerichtet.

Nach diesen Ergebnissen der Zeitmessung disparater Reize ist die Frage der persönlichen Gleichung in ein neues Stadium eingetreten, und man kann sagen, endgültig gelöst worden. Die Komplikationsmethode ist speziell auf Sterndurchgänge angewandt worden, von H. Leitzmann. In dem Aufsatze: „Über Störungserscheinungen bei astronomischer Registrierung" berichtet er:[2])

1) Philos. Studien. Von W. Wundt. 1902. 18. Bd. S. 317.
2) Philos. Studien. 5. Bd. 1888. S. 56.

Digitized by Google

Der genaue Durchgangspunkt eines Sternes durch das Fadenkreuz des Fernrohrs wurde durch Druck auf den Knopf eines elektrischen Registrierapparates markiert. Während so die Aufmerksamkeit auf Gesichtseindrücke gerichtet war, wurde das Ohr von den regelmäßig verlaufenden Schlägen eines zeitmessenden Apparates getroffen. Es ergab sich nun eine periodische Verkürzung und Verlängerung der Apperzeptionszeit oder eine Beschleunigung und Verlangsamung der Registrierung, welche in einem offenbaren Zusammenhange mit den akustischen Reizen steht.

Zur Erklärung dieser Störung der Registrierungsgenauigkeit durch die Gehörsempfindungen weist V. besonders auf zwei Tatsachen hin. Die erste ist die Periodizität in der Intensität unserer Aufmerksamkeit, welche bei dem bekannten Einfluß der Aufmerksamkeit auf die Verkürzung der Reaktionszeit bald eine beschleunigende bald eine retardierende Wirkung auf die Apperzeption haben kann. Obgleich die absichtliche Aufmerksamkeit auf die Gesichtswahrnehmungen gerichtet war, so konnte es doch nicht ausbleiben, daß periodisch auch dem Schalle und der Registrierung sich die Aufmerksamkeit stärker zuwandte. Die andere Tatsache ist die von Exner gemachte Beobachtung, daß zwei disparate Reize, um nach einander gesondert aufgefaßt werden zu können, einen bestimmten Bruchteil der Sekunde von einander entfernt sein müssen. Alle akustischen und optischen Eindrücke also, mögen sie im übrigen sehr mannigfachen zeitlichen Abstand von einander haben, werden als gleichzeitig aufgefaßt, wenn der Abstand unterhalb jenes kleinen Zeitintervalls bleibt.

Noch spezieller geht auf die persönliche Gleichung N. Alechsieff („Reaktionszeiten bei Durchgangsbeobachtungen") ein.[1])

Die „persönliche Gleichung", welche sich in den Beobachtungen über den Durchgang eines Sternes durch den Meridian bei verschiedenen Astronomen geltend machte, wurde früher aus dem Wesen der Gehör- und Gesichtsmethode hergeleitet: der Beobachter kann nicht ganz gleichzeitig den Pendelschlag hören und den Eintritt des Sternes in das Fadenkreuz sehen. Aber der Unterschied zwischen den Beobachtern wurde nicht ganz beseitigt, als man auf den Observatorien die Registrierungsmethode anwandte. Wundt führte darum die Differenz in den Aufzeichnungen auf die Verschiedenheit der muskulären und sensoriellen Reaktion zurück: Ist die Aufmerksamkeit auf das Registrieren gerichtet, so wird die Reaktionszeit kürzer, als wenn der Sinneseindruck ins Auge gefaßt wird.

1) A. a. O. 16. Bd. 1900. S. 1.

Digitized by Google

Verf. stellte nun Reaktionsversuche an, bei denen nicht wie gewöhnlich momentane Reize, sondern dem Durchgange der Sterne entsprechend dauernde Reize zur Anwendung kamen. Es ergab sich ihm, daß „die Verbindung der Auffassung des Sinneseindrucks mit der motorischen Bereitschaft der Hand, die dem Durchgange vorausgeht, immer konstanter wird. . . Mit der Übung wendet sich die Aufmerksamkeit immer mehr der motorischen Bereitschaft der Hand zu, was die Reaktionszeit verkürzt."

Um die psychischen Prozesse bei Durchgangsbeobachtungen besser kennen zu lernen, wurden die gewöhnlichen (momentanen) Lichtreaktionen genauer erforscht. Die Experimente ergaben: „Es gibt für jeden Beobachter eine natürliche Reaktionsform, die von ihm bevorzugt wird." „Wird die Aufmerksamkeit durch Vorbedingungen genau in ihrer Richtung bestimmt, so daß sie bei allen Beobachtern sich gleich gestaltet, so fallen die persönlichen Unterschiede mehr und mehr aus. Die Zeitdauer der Reaktion wird bei allen Beobachtern in diesem Falle dieselbe." Die muskuläre Reaktion mechanisiert den Prozeß, verkürzt also die Zeit, die sensorielle verlängert sie. „Je eindeutiger die Aufmerksamkeit gerichtet ist, desto konstanter fallen die Resultate aus."

Schließlich ist die Elimination der persönlichen Gleichung gelungen. Was die bedeutendsten Astronomen ohne durchschlagenden Erfolg seit langer Zeit versucht, das ist neuestens einem Jesuiten geglückt: die Elimination der persönlichen Gleichung, welche früher nur durch Rechnung möglich war, durch die Beobachtungsmethode selbst zu bewerkstelligen, d. h. die Beobachtung von dem Fehler der persönlichen Gleichung nicht behaftet anzustellen.

Es ist bekannt, daß der Astronom den Durchgang eines Sternes durch den Meridian nicht genau im Momente der Kulmination, sondern zu spät, oft aber selbst zu früh sieht, was sich einfach daraus ergibt, daß die von zwei Beobachtern angegebenen Zeiten nicht übereinstimmen. Um also den wahren Durchgang zu erhalten, muß von der beobachteten Zeit ein Bruchteil einer Sekunde abgezogen werden, wenn er zu früh reagiert, oder hinzugefügt werden, wenn er zu spät reagiert; diese Korrektur nennt man die persönliche Gleichung, weil sie bei verschiedenen Personen (freilich aber auch bei demselben Beobachter je nach der Richtung der Aufmerksamkeit, nach der Übung, nach Stimmung usw.) sich ändert. Nach W. Wundt hat diese Verfrühung oder Verspätung der Wahrnehmung und der Reaktion auf dieselbe einen psychologischen Grund. Aber gerade darum ist der Fehler mehr oder weniger „unberechenbar". Übrigens bietet die fortgesetzte Vergleichung mehrerer gleichzeitigen Beobachtungen ein etwas

Digitized by Google

umständliches Mittel zur Berechnung, die man durch Maschinen überflüssig zu machen suchte.

Aber erst Langley kam auf einen Gedanken, der den Fehler prinzipiell zu beseitigen geeignet war. Da nämlich jene Zeitverschiebung nur bei bewegten Objekten stattfindet, so schlug er vor, den Sterndurchgang mit einem Schieber zu verdecken und nur für Augenblicke zu enthüllen. Der Stern erscheint dann ruhend und sein Abstand vom nächsten Faden des Fernrohrs muß geschätzt werden. Wird die Bewegung des Schiebers von der Uhr besorgt und elektrisch verzeichnet, so ist die Verbindung zwischen Ort und Zeit hergestellt.

Noch geistreicher ist der Vorschlag des Jesuiten C. Braun. Der bewegliche Mikrometerfaden muß die Bewegungen des Sternes mitmachen, so daß beide inbezug aufeinander als ruhend erscheinen. Damit fällt der Fehler der Einstellung, welcher nur beim Beobachten von Bewegungen begangen wird, von selbst weg. Die Verbindung von Ort und Zeit geschieht auch hier durch die Uhr selbst. Die Instrumentenbauer Repsold gedachten statt des Fadens das ganze Transitinstrument dem Sterne folgen zu lassen. Aber es blieb bei Vorschlägen!

Ein wirklicher Versuch wurde schließlich auf dem Wege der Photographie auf der berühmten Howard-Sternwarte gemacht; aber die eigentliche Realisierung des Gedankens ging von dem Professor Fargis S. J., dem Vorstande der Sternwarte des Georgetown College aus.

„Das unscheinbare kleine, von ihm erfundene Instrumentchen, das dem Okularende des Fernrohrs angeschraubt wird und den Stern abwechselnd verdunkelt und enthüllt, hat den Namen Photochronograph erhalten, weil die photographische Platte durch dasselbe wirklich das Aussehen eines Chronographenstreifens erhält. Da findet man dieselben Sekundenmarken mit den Pausen der Uhr, nur fehlen die mit der Krankheit der persönlichen Gleichung behafteten Zwischensignale des Beobachters ganz. An deren Statt zeigt die Platte den Mittelfaden des Fernrohrs, auf welchen alle vom Sterne gezeichneten Sekundenmarken bezogen werden können. Die Vorrichtung ist so einfach, daß sie innerhalb eines halben Jahres schon über 300 meßbare Sterndurchgänge geliefert hat, aus denen das Übel der persönlichen Gleichung gründlich ausgerottet ist.“ [1])

1) Stimmen aus Maria-Laach. 1891. 9. Heft. S. 424 f.

Digitized by Google

Über die Apperzeptionsdauer bei einfachen und zusammengesetzten Vorstellungen

hat Max Friedrich eingehende Untersuchungen und Messungen angestellt.

Unter Apperzeptionsdauer ist die Zeit zu verstehen, welche vergeht vom Eintritt einer Vorstellung oder Empfindung in das Blickfeld bis zum Eintritt in den Blickpunkt d. h. von der Wahrnehmung bis zu dem mit Aufmerksamkeit verbundenen Bewußtsein. Dieselbe läßt sich nur indirekt messen, indem man sie aus dem Komplexe der psychischen Vorgänge, dessen Bestandteil sie bildet, ausschaltet. Diese Vorgänge sind: 1. Die Leitung eines äußeren Reizes vom äußeren Organ bis in das Gehirn; 2. der Eintritt in das Blickfeld des Bewußtseins oder die Perzeption; 3. die Apperzeption; 4. die Willenszeit, welche erfordert wird, um im Zentralorgan die registrierende Bewegung im Momente nach der Apperzeption auszuführen; 5. die Leitung der so entstandenen motorischen Erregung bis zu den Muskeln. Man kann nun zunächst die Dauer der Apperzeption einfacher Eindrücke z. B. von Farbenempfindungen messen.

Es wurde die einfache Reaktionsdauer d. h. die physiologische Zeit bei sofortiger Reaktion auf einen bloßen Lichteindruck gefunden bei Wundt (W.), Tischer (T.) und Friedrich (F.), und zwar verschieden nach der Spannung der Aufmerksamkeit, in Tausendstel einer Sekunde:

	W.		T.		F.	
Aufmerks.	gespannte	normale	gesp.	norm.	gesp.	norm.
11. Febr. 1880	155	223	111	220	144	162
	142	171	109	225		
		198				
		193				
14. Febr.	133	185	109	200	98	129
		180		192		135
18. Febr.		225		261		147.

Die Apperzeptionsdauer beim Wechsel zweier Farbenempfindungen stellte sich im Mittel heraus:

W.	T.	F.
0,86	0,47	0,50.

Diese Mittel werden erhalten, indem man von den Erkennungszeiten für schwarz (s) die einfache Reaktionszeit (eR) und ebenso für weiß (w) die einfache Reaktionszeit abzieht. Darnach sind die redu-

Digitized by Google

zierten Erkennungszeiten oder die Apperzeptionsdauer von Schwarz und Weiß folgende:

W.		T.		F.	
s—eR	w—eR	s—eR	w—eR	s—eR	w—eR
0,44	0,30	0,30	0,47	0,19	0,42
0,45	0,98	0,48	1.12	0,40	0,61
1,46	1,85	0,61	0,48	0,64	0,61
0,49	0,71	—	0,52	0,59	0,67
1,20	1,11	0,21	0,19	0,19	0,26
0,85	0,51	0,37	0,46	0,57	0,84.

Zu bemerken ist, daß die Reihenfolge, in welcher Schwarz und Weißwechselten, nicht regelmäßig und dem Reagierenden nicht bekannt war.

Die Apperzeptionsdauer beim Wechsel von vier Farbenempfindungen (Schwarz s, Weiß w, Grün g, Rot r) zeigt sich vergrößert gegenüber den Versuchen mit zwei Farben, obgleich sich beide Vorgänge in ihrer Anordnung in nichts als in der Vermehrung der zu erkennenden Objekte unterscheiden. Natürlich ist die Aufmerksamkeit ganz anders adaptiert, wenn man weiß, daß von 2, als wenn von 4 Eindrücken einer eintreten wird.

Die Mittelwerte der ganzen physiologischen Zeiten für je einen Tag waren:

		W.		
s	w	g	r	eR
2,64	3,40	2,40	2,32	1,85
3,14	3,09	3,12	2,39	2,02
3,62	3,87	3,99	3,84	2,21
3,07	5,09	4,76	4,83	2,36
		T.		
2,34	1,86	3,32	3,12	1,88
3,74	3,82	3,91	3,37	2,69
1,83	1,99	2,31	1,86	1,62
2,12	2,27	2,00	2,14	1,78
		F.		
2,90	2,93	3,12	3,47	1,13
3,30	2,82	3,28	2.89	1,13
3,83	2,25	2,63	2,78	1,51
2,29	3,08	2,29	2,19	1,53.

Die Differenz der ganzen physiologischen Zeiten und der einfachen Reaktionsdauer also die reine Erkennungs- oder Apperzeptionsdauer hiervon:

Digitized by Google

W.				T.				F.			
s-eR	w-eR	g-eR	r-eR	s-eR	w-eR	g-eR	r-eR	s-eR	w-eR	g-eR	r-eR
0,81	1,57	0,57	0,49	0,46	—	1,44	1,24	1,77	1,80	1,99	2,34
1,12	1,07	1,10	2,07	1,05	1,13	1,22	0,68	1,97	1,49	1,92	1,56
1,41	1,66	1,78	1,63	0,21	0,37	0,69	0,24	1,32	0,74	1,12	1,27
0,71	2,73	2,40	2,47	0,34	0,49	0,22	0,36	0,76	1,55	0,76	0,66.

Bildet man die Differenzen aus den ganzen physiologischen Zeiten und der einfachen Reaktionsdauer aller Versuche, so erhält man als Apperzeptionsdauer für Farbenempfindungen bei einem Wechsel von vier Farben.

W.	T.	F.
0,86	1,02	1,10
0,76	0,59	0,86
1,18	0,91	1,57
1,50	1,02	2,18
0,70	1,26	1,46
0,70	1,01	1,82
1,16	0,72	1,32
1,91	0,10	1,05
2,76	0,46	1,63
1,67	0,23	0,79.

Die einfachen und mehrfachen Wahlmethoden[1]) wurden in der Weise angestellt, daß bei ersterer Schwarz und Weiß in unregelmäßiger, dem Reagierenden unbekannter Reihenfolge wechselten, und dieser auf Weiß reagierte, bei Schwarz dagegen keine Bewegung ausführte. Bei der mehrfachen Wahlmethode war noch ein zweiter Stromschließer eingeschaltet, sodaß jetzt mit der rechten wie mit der linken Hand der mit dem Beginn des Eindrucks sich bewegende Zeiger des Chronoskops zum Stillstand gebracht werden konnte. Der Reagierende schloß beim Versuch beide Stromschließer und gab, wenn der Eindruck Weiß erfolgte, das Zeichen mit der rechten, bei Schwarz mit der linken Hand.

Zieht man von den Zahlen, welche die ganze Zeit bis zur Reaktion nach der Wahl darstellen, die früher gefundene Reaktionsdauer

1) Die einfache Wahlmethode besteht darin, daß sofort nach dem Bewußtwerden eines Eindrucks eine Bewegung mit der Hand gemacht, z. B. auf einen Knopf gedrückt wird, wodurch der Registrierapparat zum Stillstand gebracht wird, nach einem andern Eindrucke alle Bewegung unterbleibt. Bei der mehrfachen Wahl reagiert der Experimentator mit der rechten Hand, wenn dieser Eindruck erfolgt, mit der linken, wenn ein anderer ins Bewußtsein tritt.

Digitized by Google

bis zur Apperzeption von Weiß oder Schwarz ab, so ergab sich für die reine Wahlzeit im Mittel für

W.	T.	F.
152	184	183

und durch Abziehen der einfachen Reaktionsdauer von der Wahlreaktionsdauer erhält man wieder die schon früher gemessene Unterscheidungszeit der Apperzeptionsdauer für:

W.	T.	F.
251	286	289.

Bei der mehrfachen Wahlmethode wurden erhalten im Mittel: für

T.		W.		F.	
s	w	s	w	s	w
498	522	467	491	503	526;

die Mittel aus beiden

510	479	514

Die Mittel der einfachen Reaktionsdauer, die sich jedoch nur auf wenige Beobachtungen stützten, waren für

T.	W.	F.
181	234	156,

woraus die Unterscheidungszeiten:

T.	W.	F.
339	245	333.

Die Apperzeptionsdauer zusammengesetzter Gesichtsvorstellungen speziell von Zahlen wurde erhalten, indem zuerst die ganze Dauer der Erkennung bis zur Registrierung aus vielen Versuchen ermittelt wurde. Dieselbe betrug bei

W.

1stelligen Zahlen	2stell.	3stell.	4stell.	5stell.	6stell.
540	557	552	655	769	1013
		H. (Hall.)			
584	628	862	1105	1408	1800
		T.			
510	600	713	929	1069	1417
		F.			
463	489	487	624	813	1186.

Davon sind abzuziehen die Werte für die einfache Reaktion bei W.: 196, bei H.: 205, bei T.: 220, bei F.: 143, und man erhält die absoluten Erkennungszeiten für

W.

1stell.	2stell.	3stell.	4stell.	5stell.	6stell. Zahlen
344	361	354	459	573	817

Digitized by Google

		H.			
379	423	657	900	1203	1595
		T.			
290	380	493	709	849	1197
		F.			
320	346	344	481	670	1043.

Der große Einfluß der Übung auf die Herabsetzung der Zeiten zeigte sich nicht nur in der Verminderung bei den einzelnen Reagierenden im Laufe der Untersuchungen, sondern auch insbesondere in den großen Zahlen Stanley Halls (H.), der sich nicht regelmäßig daran beteiligte. Auffallender Weise aber nach demselben Prinzip der Übung wurden die Zahlen, die mit der Jahreszahl oder deren ersten Ziffern anfingen, viel schneller aufgefaßt.

Weil die hier befolgten Methoden von R. Tigerstedt und J. Bergquist[1]) einer scharfen Kritik unterzogen wurden, hat Friedrich in der Abhandlung: „Zur Methodik der Apperzeptionsversuche", eine Verteidigung seines Verfahrens gegeben.

Assoziationsdauer.

Sogar die Assoziation der Vorstellungen hat man der Messung und Berechnung unterworfen. Martin Trautscholb stellte unter Leitung Wundts mit mehreren Freunden hierüber eine zweifache Art von Experimenten an. Zunächst wurde durch die statistische Methode die Anzahl und Bevorzugung bestimmter Assoziationen festgestellt. Einer der Beobachter rief ein einsilbiges Wort aus, und den andern lag es ob, in rein passiver Weise die Assoziationen, die sich in ihrem Geiste daran knüpften, zu beobachten. Trautscholb teilt seine Resultate in folgender Tabelle mit.

Gesamtzahl der Assoziationen bei:	Wundt, 44	Besser, 128	Hall, 58	Trautscholb. 251
Von 100 waren				
I. Äußere Assoziationen:	48	64	31	73
A. Assoziationen simultaner Eindrücke:	20	23	16	33
1. Ass. d. Teile e. Vorstell.:	9	8	2	7
2. Ass. unabhängig koexistier. Vorstellungen:	11	15	14	26
B. Ass. sukzessiv. Eindrücke (Worte):	28	41	15	40

1) Zeitschr. für Biologie. 19. Bd. 1. Heft.

Digitized by Google

1. Ergänzung e. einfachen zum zsgesetzt. Worte:	19	30,5	12	21
2. Ergänzung e. Satzes:	9	20,5	3	19
II. Innere Ass. (von einander abhängiger Vorstellungen) v.	52	36	69	27
1. Nach Über- und Unterordnung:	14	10	26	15
2. Nach Koordination:	38	24	37	8
3. Nach Abhängigkeit:	0	2	6	2.

Eine gewisse Unsicherheit ist hierbei offenbar nicht zu vermeiden, da man häufig nicht entscheiden kann, ob eine Assoziation eine innere ist, oder lediglich die Worte einander hervorgerufen haben. Bei dem Philosophen Wundt haben die inneren Assoziationen das Übergewicht, wie man denn nicht unschwer die Beschäftigung eines Mannes oder eines bestimmten Alters aus der größeren Zahl der darauf bezüglichen Assoziationen erkennen kann. Dabei zeigt sich eine starke Bevorzugung der Vorstellungen, die wir in der Jugend, deren Eindrücke am festesten haften, erworben haben. Bei Wundt kommen von 44 Assoziationen mit Wahrscheinlichkeit 25 auf die Jugendzeit, d. h. die Zeit bis zum 16. oder 17. Lebensjahre, 14 auf die Zeit bis zum 25. Jahre von überwiegend naturwissenschaftlichem Inhalte, 5 auf die dritte Periode von allgemeinerem wissenschaftlichen, philosophischen Inhalte. Bei Besser kommen von 128 auf die Kindheit 52, auf die Schulzeit 59, auf die Universitätszeit 19 Assoziationen. Bei Trautscholb 114 auf die Kindheit (bis 13 Jahr), auf die Gymnasialzeit 38, auf die übrigen Jahre 90; von 11 war die Zeit ihres Entstehens zweifelhaft, aber jedenfalls entstammten sie nicht der 3. Periode.

Indem nun weiter an einem Registrierapparate die Dauer zahlreicher Assoziationen durch Elimination der Wortreaktions- und der Wortunterscheidungszeit gemessen ward, ergab sich als Durchschnittszeit für das Zustandekommen einer Assoziation der Wert von 0,727″. Schnellere Assoziationen ergaben sich für die oben angeführten Fälle, die sich nach der statistischen Methode als bevorzugt herausgestellt hatten. Insbesondere wurden diejenigen Assoziationen häufiger und schneller vollzogen, welche die Seele zur Ruhe bringen, als die umgekehrten. Nach Steinthal kehrt

1. Die Seele leichter vom Ungewohnten zum Gewohnten zurück, als umgekehrt;
2. Die Seele folgt lieber dem Gange der wirklichen Bewegung als daß sie rückläufig geht;

Digitized by Google

3. das unselbständige Objekt reproduziert leichter das selbständige als umgekehrt.

Als Zeitdauer einer Subsumtion ergab sich 0.874". Es kann auch eine Subsumtion geben, die rein spontan erfolgt, und dann ist sie eben nur Assoziation, die längere Dauer ergibt sich aus der Absichtlichkeit der Unterordnung, z. B. Molch unter Tier, Kalk unter Oxyd usw.

Die Zahl 0,727, so sehr sie auch noch Bedenken unterliegt, ist doch darum bemerkenswert, weil sie so nahe mit dem Indifferenzpunkt [1]) der Zeitschätzung 0,7" und mit der Schwingungsdauer des menschlichen Gehens, das nach den Gebr. Weber 0,707" (entsprechend einer Schrittdauer von 0,357") beträgt, zusammentrifft. Es würde damit die Annahme, daß jenes Intervall die Einheit unseres Bewußtseins darstelle, von neuem bestätigt werden.

Übrigens muß ich gestehen, daß ich gegen keine Art von psychometrischen Methoden so große Bedenken hege, wie gegen die vorliegenden, die sich auf die Assoziationsdauer beziehen. Als Bedingung eines zutreffenden Resultates wird passives Hingeben in den Ideenverlauf verlangt. Wie wenig Sicherheit dabei erzielt werden kann, liegt auf der Hand. Der Verlauf selbst ist so launenhaft, unregelmäßig, daß man kaum an eine Durchschnittsdauer glauben kann. Die tatsächlich gefundene rührt wohl von Gewöhnung oder zum Teil von beabsichtigter Assoziation her.

Wir lassen hier sogleich einige andere Experimente über Verlauf und Eigenschaften der Assoziationen folgen.

E. W. Scripture hat schöne Experimente „Über den assoziativen Verlauf der Vorstellungen" angestellt.

Wer mit Hilfe der Selbstbeobachtung ohne Experimente die Assoziationsgesetze kennen lernen will, gleicht nach ihm einem Reisenden, der von der Eisenbahn aus die Alpengegenden und ihr Gestein erforscht. Die bisher angestellten experimentellen Erforschungen waren auf die Dauer der Assoziationen oder andere spezielle Punkte gerichtet, der Verf. will den qualitativen Verlauf der Vorstellungen untersuchen. Zu diesem Zwecke werden die Versuchspersonen in Dunkelräumen isoliert und ihnen mit Vorsicht

---

1) Der Indifferenzpunkt der Zeitschätzung ist das Intervall von 0,7—0,8 Sekunden. Man hat nämlich gefunden, daß wir sehr kleine Zeitintervalle zu groß, größere zu klein schätzen. Die Grenze zwischen beiden Intervallen bildet die Zeitdauer von 0,7, welche wir ziemlich genau zu schätzen wissen. Auffallend ist, daß derselbe Wert auch für die Dauer des menschlichen Schrittes gefunden wurde. Davon später.

2) Phil. Stud. 1891. S. 50.

Digitized by Google

ein Bild, ein Wort, eine Farbe gezeigt, ein Wort gesprochen, ein Geschmack geboten, um die Assoziation, die sich innerhalb 4 Sekunden, so lange wurde der Sinneseindruck geboten, daran schließt, zu beobachten. Es ist vorerst um reichliches Material, noch nicht um eine Theorie zu tun.

Doch werden schon einige allgemeine Schlüsse gezogen.

„Eine apperzipierte Vorstellung kann eine zweite Vorstellung, mit welcher sie niemals in Verbindung war, in den Blickpunkt des Bewußtseins bringen, wenn andere psychische Elemente in den niederen Graden, oder außerhalb des Bewußtseins existieren, welche mit beiden in Verbindung stehen, vorausgesetzt, daß keine stärkeren Verbindungen vorhanden sind. Oder mit anderen Worten: Die Glieder eines Vorstellungsverlaufes sind nicht notwendiger Weise bewußt." „Die Wirkung eines unbewußten oder halbbewußten Gliedes ist viel schwächer als diejenige eines völlig bewußten; oder: Die unmittelbare Einwirkung spielt im Vorstellungsverlauf eine weit größere Rolle, als die mittelbare." „Jede Vorstellung ist durch die Einwirkung gegenwärtiger Bewußtseinselemente und die Nachwirkungen vieler (wenn nicht aller) früherer Bewußtseinselemente bedingt."

Qualitative Untersuchungen über Assoziation stellten auch A. Meyer und J. Orth[1]) an.

Bis jetzt hat man die Assoziationen nur nach logischen Gesichtspunkten statt nach der inneren Assoziation eingeteilt. Eine solche gestatten die Versuchsergebnisse der Vff., welche auf einen gegebenen Reiz ein Wort zurufen ließen.

„Wenn der Versuchsperson die Aufgabe gegeben wird, auf ein zugerufenes Wort mit einem laut gesprochenen Wort zu reagieren, so können sich bei ihr verschiedene Bewußtseinsvorgänge einstellen. 1° kann sich das Reaktionswort an das Reizwort unmittelbar anschließen. 2° können sich zwischen Reiz und Reaktionswort ein oder mehrere Bewußtseinsvorgänge einschalten. Dabei zeigt sich, daß die Reaktionen ohne eingeschobene Bewußtseinsvorgänge schneller ablaufen als jene mit eingeschobenen Bewußtseinstatsachen und daß die Reaktionen mit einem eingeschobenen Bewußtseinsvorgang von kürzerer Dauer sind, als jene, bei welchen sich mehrere psychische Tatsachen zwischen Reiz- und Reaktionswort einschalten. Die Reaktionen mit eingeschobenen Bewußtseinsvorgängen treten im allgemeinen häufiger auf." Noch mehr verlangsamt die Reaktion eine eingeschobene Willensbetätigung. Die eingeschobenen Bewußtseinsvorgänge sind meist nicht gefühlsbetont, sind

1) Zur qualitativen Untersuchung der Assoziation. Zeitschr. f. Psychol. u. Phys. 26. Bd. S. 1.

Digitized by Google

sie es, so verlangsamt sich die Assoziation, der negative Gefühlston wirkt stärker als der positive.

Ferner liegen von G. Cordes, „Experimentelle Untersuchungen über Assoziationen“ [1]) vor. Zunächst experimentierte der Verf. in betreff unmittelbarer Assoziationen, wobei ihm aber nicht, wie gewöhnlich geschieht, der Reiz als induzierende Assoziation galt, sondern erst die durch den Reiz gewonnene Vorstellung; erst die von dieser (dem A-Gliede) induzierte Vorstellung faßt er als B-Glied der Assoziation. Freilich ergab sich meistens das Verständnis des Reizes etwa eines zugerufenen, gesehenen Wortes, gezeigten Bildes als das A-Glied der Assoziation. Die Assoziation kommt dadurch zustande, daß Elemente von A perseverieren und sich mit reproduzierten zu einer Gesamtvorstellung verbinden. Als mittelbare Assoziation bezeichnet der Verf. die, bei welcher durch ein unbewußtes d. h. unbemerktes, bezw sofort nachfolgender Erinnerung unbemerkbares, Mittelglied zwischen A und B das B induziert. Sie ist nach seiner Ansicht nur ein Spezialfall der direkten Assoziation. Während bei dieser eine Vorstellung des B-Komplexes sehr deutlich hervortritt und in einem leicht erkennbaren Zusammenhange mit dem A-Phänomen steht, ruft das perseverierende Element einen ungewöhnlichen Vorstellungskomplex hervor, assimiliert sich nicht mit Elementen, die bereits früher einmal mit ihm zusammen waren, sondern wegen augenblicklicher Disposition mit ungewöhnlichen Elementen.

Auch Fr. Schmidt stellte „Experimentelle Untersuchungen zur Assoziationslehre“ an [2]) Im Anschluß an die „Experimentellen Untersuchungen über die psychologischen Grundlagen der sprachlichen Analogiebildung“, Leipzig 1891, von Thumb und Marbe untersucht Schmidt die Reaktionen auf zugerufene Worte. Auf zugerufene Verbalformen wurde häufiger mit Verbalformen desselben Verbums reagiert. Indes verliefen diese Reaktionen nicht regelmäßig schneller als andere. Zugerufene Adjektive riefen häufig gegensätzliche, aber nicht am häufigsten hervor. Gegenseitige Adjektiv-Reaktionen waren besonders unter den gegensätzlichen häufig.

Thumb und Marbe hatten in ihren Versuchen über Assoziation gefunden daß zugerufene Worte von Zahlen Assoziationsreaktionen von Zahlen erzeugen.[3]) Oertel bestritt dies nach seinen Experimenten. [4])

1) Philos. Stud. 1901. S. 30.

2) Zeitschrift f. Psych. u. Phys. 1902. 28. Bd. S. 65.

3) Experimentelle Untersuchungen über die psychologischen Grundlagen der Analogiebildung. Leipzig 1901.

4) Amer. Jour. of Philol. 22. 1901.

Digitized by Google

Darum stellte H. J. Watt wie Oertel Versuche mit optischen Reizen an und fand die Resultate Thumb's und Marbe's bestätigt. Freilich hat Oertel das Wort 5" lang gezeigt, und 20" lang durften die Versuchspersonen Assoziationen bilden; in dieser Zeit können sie sich aber zerstreuen. Sodann hat er die Reaktionszeiten nicht gemessen, und doch handelte es sich bei Thumb und Marbe um das erste Reaktionswort.

Daraus ergibt sich, „daß alle die für akustische Reize geltenden Gesetze und von uns nachgeprüften Tatsachen auch für optische Reize zutreffen"[1]).

Die zeitlichen Verhältnisse der Willenstätigkeit wurden von Julius Merkel wiederholt einer speziellen Untersuchung unterzogen, teils um die von Tigerstedt erhobenen Einwände zu prüfen, teils um die Friedrichschen Resultate zu erweitern und zu prüfen. Eine bedeutende Erweiterung der Versuche lag darin, daß von den Friedrichschen bis zu 10 Sinneseindrücken fortgegangen wurde. Als zu unterscheidende Eindrücke wurden Lichtempfindungen und zwar die der Zahlen 1 2 3 4 5 I II III IV V genommen, und bei jeder gesehenen Zahl mit einem anderen Finger der zwei Hände reagiert. Bei 1 2 3 4 wurden mit dem 1. 2. 3. 4. Finger der rechten, bei I II III mit den entsprechenden Fingern der linken Hand der Druck ausgeführt, der das Chronoskop zum Stillstand brachte.

Aus zahlreichen Versuchen ergaben sich folgende Gesamtmittel der einfachen Reaktionszeiten für

Dr. T.	J. H.	A. B.	L. F.	R. E.	J. M.	G. L.	M. M.
176,6	178,1	185,4	186,9	187,2	189,9	190,6	191,4

R. K.	F. K
195	195,4

Hierdurch wird von neuem die Tatsache bestätigt, daß wir auf einen Lichtreiz langsamer reagieren als auf Schalleindrücke. Denn für letztere fand Dr. Tischer im Mittel für

W. Wundt	Dr. T.	J. H.	J. M.
142	114	114	121.

Da Wundt für die Reaktionszeiten auf der Reizschwelle bei Gesicht und Gehör gleiche Werte erhalten, schreibt er die Verkürzung einer verschiedenen Intensität des Erregungszustandes des Gehirns zu.

Die Unterschiede für die einzelnen Finger sind ganz gering. Die

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1904. 36. Bd. S. 417 ff.

Digitized by Google

Gesamtmittel der Unterscheidungszeiten waren bei

A. B.	L. F.	F. K.	R. E.	M. M.	R. K.	J. M.	Dr. T.
20,9	21,2	21,2	21,25	22	22,8	22,9	24,4

G. L.	J. H.
24,4	24,6.

Merkwürdigerweise ist eine Verlängerung der Unterscheidungszeit bei Vermehrung der Eindrücke auf 10 nicht bemerkbar; vielleicht sind Zahlen leichter im Gedächtnis behaltbar als Farben, welche bei früheren Versuchen durch Steigerung auf vier eine Verlangsamung der Unterscheidung herbeiführten.

Die Mittel der Wahlzeiten waren für

G. L.	F. K.	R. E.	L. T.	J. H.	A. B.	J. M.	Dr. T.
134,6	260,6	268,4	283,8	289,4	295,8	304,2	311,1

M. M.	R. K.
321,9	322,7.

Um zu finden, welchen Einfluß die Übung auf die Wahlzeit ausübe, wurden die Zeiten für die Finger der linken Hand mit geringer Übung mit denen der rechten Hand verglichen und es ergab sich als Differenz bei

Dr. T.	G. L.	J. M.	R. K.	J. H.	R. E.	A. B.	L. F.
2,5	3,2	5	0.9	6,5	—0,1	1,5	6

M. M.	F. K.
—4	3

Keine andere Zeit ist so stark von der Übung abhängig wie die für die Wahl.

Die Resultate seiner Wahlversuche faßt J. Merkel in folgende Sätze zusammen.

1. Die Wahlzeiten zeigen bei allen Reagierenden beim Übergange von 2 zu 10 Eindrücken ein mit der Vermehrung der Eindrücke parallel gehendes Wachstum, welches anfangs erheblich schneller erfolgt als gegen das Ende.

2. Die Wahlzeiten der verschiedenen Reagierenden zeigen wesentliche individuelle Unterschiede, welche bei zwei Eindrücken bereits hervortreten, bis zu 5 bedeutend wachsen, dann wieder abnehmen und bei 10 fast völlig verschwinden.

3. Eine längere andauernde Übung sucht die Wahlzeiten bei jeder Zahl von Eindrücken sehr zu vermindern und zwar um so stärker, je größer die Anzahl der Eindrücke oder die ursprüngliche Wahlzeit ist.

4. Der Einfluß der Übung äußert sich im Verlaufe eines Versuchstages anfangs stärker als gegen Ende der Versuche, auch weisen

Digitized by Google

die ersten Versuche eines Tages in der Regel größere Wahlzeiten auf als die letzten des vorangehenden Tages.

5. Die Minima der Wahlzeiten bei 2, namentlich aber bei 5 und 10 Eindrücken zeigen bei einzelnen Reagierenden wesentliche individuelle Differenzen.

6. Die mittleren Variationen zeigen bei allen Wahlversuchen im allgemeinen ein bestimmtes Wachstum nur bis zu der Zahl von Eindrücken, bis zu welcher die Wahlzeiten selbst noch in rascherem Ansteigen begriffen sind.

Die in früheren Untersuchungen Friedrichs und Kraepelins so bestimmt auftretende Beziehung zwischen Unterscheidung und Wahlzeit, nach der beide einen umgekehrten Gang in ihrem Wachstum nehmen und zusammen addiert gleiche Summen liefern, finden wir nicht bestätigt.

Bemerkenswert ist übrigens das Urteil, welches über die zusammengesetzten Reaktionen, insbesondere die Wahlzeit Wundt fällt.[1])

Bei einfachen Reaktionen handelt es sich darum, die Zeitdauer zu bestimmen, welche zwischen einem Eindruck und dessen Bewußtwerden, d. h. der Reaktion auf denselben verstreicht. Soll nicht nur die Zeit einer einfachen Empfindungsdauer, sondern einer Erkennung, einer Unterscheidung, einer Wahl nach der Empfindung bestimmt werden, so geschieht dies durch die sog. zusammengesetzten Reaktionen. Über die Genauigkeit solcher Reaktionen, insbesondere gegen die Messung der „Wahlzeit" sind mannigfache Einwendungen erhoben worden. Wundt gesteht nun sogleich ein, daß die psycho-physischen Messungsresultate nicht die Genauigkeit physikalischer Formeln besitzen, sondern nur „typische Verlaufsformen" der Vorgänge darstellen. „Daß insbesondere der Wahlakt ein besonderer Vorgang ist, was die Leugner der Freiheit des Willens und dieses selbst bestreiten", kann Wundt aus klarster Selbstbeobachtung behaupten.

---

1) Philosophische Studien. Von W. Wundt. Zur Beurteilung der zusammengesetzten Reaktionen. 1894. 10. Bd. S. 483 ff.

Digitized by Google

Achtes Kapitel.

Die Aufmerksamkeit

ist vielfach Gegenstand experimenteller Untersuchungen gewesen. Besonders sind die sog. Schwankungen der Aufmerksamkeit beobachtet, gemessen und beurteilt worden, wobei die Meinungen sehr weit auseinander gehen.

Schon der Name „Aufmerksamkeitsschwankung" ist Gegenstand der Kontroverse. Es handelt sich nämlich um die schon länger bekannte auffallende Erscheinung, daß bei stetiger Einwirkung schwacher Reize, so besonders auffallend von schwachen Tönen, abwechselnd eine Empfindung und eine Pause stattfindet, z. B. der Ticktack der Taschenuhr gehört und eine kurze Zeit lang nicht gehört wird usw.

Die Erklärung wird sehr verschieden gegeben: Die einen verlegen das Aussetzen der Empfindung in das Sinnesorgan, die anderen halten es für zentralen Ursprung, noch andere lassen peripherische und zentrale Ermüdung zusammenwirken, andere behaupten eine Intermittenz der Reize. So neuestens B. Hammer, der die Schwankungen verschiedener Taschenuhren nachwies. Er behauptet darnach: „1. Auf dem Gebiete des Gehörssinnes existieren überhaupt keine Aufmerksamkeitsfluktuationen. 2. Deswegen dürfen wahrscheinlich diejenigen Fluktuationen, die bei anderen Sinnen vorkommen von extraattentionaler Natur sein. Hinsichtlich des Gesichtssinnes haben wir dies schon nachgewiesen." Nämlich retinale Ermüdung, Lokaladaption, Fixationsänderung sollen die Schwankungen verursachen.[1])

Indem man annahm, daß die Spannung der dabei angewandten Aufmerksamkeit einer Periode unterliege, nannte man das Phänomen Aufmerksamkeitsschwankung.

---

1) Zur experimentellen Kritik der Theorie der Aufmerksamkeitsschwankungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1905. 37. Bd.

Digitized by Google

Was ist Aufmerksamkeit?

Wir wollen im Folgenden die verschiedenen Ansichten und Experimente kurz registrieren, schicken aber einiges über das Wesen der Aufmerksamkeit überhaupt und ihren Einfluß auf die Empfindung und die seelischen Tätigkeiten, den wir schon im Vorstehenden berührten, voraus.

Wir können hierüber eine eigene Monographie anführen: „Über den Einfluß der Aufmerksamkeit auf die Intensität der Empfindung". Historisch-kritische Untersuchung von J. Geyser.[1])

Dieselbe behandelt eine der umstrittensten Fragen der neuesten experimentellen Psychologie; schon daß sie über den Stand der Streitfrage orientiert, gereicht ihr zum Verdienst; noch mehr aber, daß sie die hervorragendsten Vertreter der sich entgegenstehenden Meinungen vorführt, sie einer besonnenen Kritik unterzieht, und sodann sein Fazit aus der Kritik zieht. Dieses letztere lautet dahin:

„Es ist bisher kein überzeugender Beweis erbracht worden, daß die Aufmerksamkeit die Fähigkeit hätte, durch direkte, unmittelbare zentrale oder zentrifugale Beeinflussung des sensorischen Nervensystems auf die Intensität der Empfindungsinhalte verändernd einzuwirken. Alle dafür vorgebrachten theoretischen Gründe setzen das bereits als bewiesen voraus, was erst zu beweisen wäre. Alle dafür verwerteten Tatsachen haben zum Teil ihren Grund in einer Veränderung der Adaption der Sinnesorgane und beruhen zum anderen Teil auf Verwechselung der Empfindungsstärke mit der sinnlichen Lebhaftigkeit, welche der gleichgiltig ob starken ob schwachen Empfindung im Gegensatz zur Vorstellung eignet. Alle Wirkungen der Aufmerksamkeit auf diesem Gebiete finden, soweit sie nicht Folge der veränderten Adaption der Sinnesorgane sind, in innerphysischen Vorgängen ihre volle Erklärung."

Jedoch ist das Resultat der Untersuchung kein bloß negatives; der Verf. hat auch positive Ergebnisse zu verzeichnen, welche auf das Wesen der Aufmerksamkeit, welches in jüngster Zeit gleichfalls Gegenstand lebhaftester Diskussion geworden ist, Licht werfen.

Als Wirkungen der Aufmerksamkeit wies er nach: die Steigerung der Lebhaftigkeit der Vorstellungen bis zu halluzinatorischem Charakter, ferner die Bewußtmachung sonst unbemerkt bleibender Eindrücke, weiter die Aufhebung der psychischen Verschmelzung der Teiltonerregungen zur einheitlichen Klangempfindung, dann die genauere Unterscheidung der Bewußtseinsinhalte nach ihren einzelnen Teilen und

1) München, Seyfried. 1897.

Digitized by Google

die Wahrnehmung ihrer Beziehung zu anderen konkreten oder abstrakten Bewußtseinsinhalten, schließlich die Steigerung der Energie mit der sich die Inhalte unserem Bewußtsein aufdrängen und in der Erinnerung behaupten.

Auch über die Faktoren, auf denen diese Wirkungen der Aufmerksamkeit beruhen, geben die Untersuchungen des Verf.'s Fingerzeige:

„Die Aufmerksamkeit ist nämlich charakterisiert durch ein subjektives und ein objektives Merkmal. Das subjektive Merkmal der Aufmerksamkeit besteht in einem inneren Gefühl unserer Beschäftigung mit einem Bewußtseinsobjekt. Mit diesem sich auf einen Bewußtseinsinhalt konzentrierenden Gefühl unserer Tätigkeit gehen in der Regel objektive Veränderungen des Bewußtseinsinhaltes parallel. Der Bewußtseinsinhalt wird infolge unseres Aufmerkens auf ihn deutlicher. Es ist aber diese objektive Verdeutlichung eine zweifache, eine materielle und eine ideelle. Die materielle Deutlichkeit besteht darin, daß wir dem Reiz möglichst günstige materielle Verhältnisse entgegenbringen, sodaß namentlich von seiner Intensität möglichst wenig verloren gehe. Sie wird aber von der Aufmerksamkeit auf Grund von Erinnerungsvorstellungen herbeigeführt, in denen mit diesem Reizverhältnis eine bestimmte Spannung der Adaptionsmuskeln assoziativ verbunden ist. Die ideelle Verdeutlichung unserer Wahrnehmungen gipfelt darin, daß unser Bewußtsein von einem Gegenstand durch die aktuelle Bewußtwerdung der Beziehungen seiner Teile zu einander und zum Ganzen, sowie des Ganzen zu anderen Bewußtseinsinhalten konkreter und abstrakter Natur inhaltlich reicher wird. Natürlich kann die Aufmerksamkeit diese den ursprünglichen Bewußtseinsinhalt vermehrenden und ergänzenden Bewußtseinsinhalte nicht aus irgend einem mystischen Brunnen schöpfen, sondern dorther allein, woher alle unsere Bewußtseinsinhalte kommen, aus dem Schatz der seelischen Erinnerungsvorstellungen."

Daraus gewinnt der Verf. eine bestimmtere Vorstellung über das Wesen der Aufmerksamkeit. Sie ist ihm „kein spezielles Wirksamkeitsvermögen der Seele, sondern die Wirksamkeit physiologischer und psychischer Faktoren überhaupt, insbesondere aber die vielseitige Wirksamkeit unserer Erinnerungen und Vorstellungen; es liegt nicht allen Aufmerksamkeitswirkungen ein gemeinsames psycho-physisches Vermögen zugrunde, sondern für jede besondere Gruppe sind jedesmal die besonderen wirksamen Faktoren eigens zu bestimmen."

Über die Schrift von W. Heinrich über die Aufmerksamkeit hat E. G. Müller ein wenig günstiges Urteil gefällt.

Digitized by Google

Überhorst[1]) („Das Wesen der Aufmerksamkeit und der geistigen Sammlung" definiert die Aufmerksamkeit als „diejenige intellektuelle Funktion, welche darauf gerichtet ist, einen gegebenen Wahrnehmungs- oder Gedankeninhalt in einem oder mehreren seiner Momente oder im ganzen richtig aufzufassen". Damit verläßt der Verfasser seine frühere Auffassung, als wenn die Aufmerksamkeit ein Willensakt wäre. Er erkennt jetzt den Unterschied zwischen willkürlicher und unwillkürlicher Aufmerksamkeit als unwesentlich an: im Grunde entstamme jede Aufmerksamkeit einem Wollen. Die geistige Sammlung wird oft mit der Aufmerksamkeit verwechselt. Aber dieselbe „muß definiert werden als ein Zustand des völligen Aufgehens der jeweiligen intellektuellen Funktion einer Person in die Ausführung einer einzigen Aufgabe".

Genaueres bietet Nikolai Lange in dem Aufsatze: „Beiträge zur Theorie der sinnlichen Aufmerksamkeit und der aktiven Apperzeption".[2])

Die sinnliche Aufmerksamkeit bildet eine der Arten der aktiven Apperzeption im allgemeinen. Erstere hat die merkwürdige Eigenschaft, schwache Empfindungen und Vorstellungen durch bloße Anspannung so zu verstärken, daß die stärkeren dagegen zurücktreten können. Zwei Hypothesen gibt es, die zur Erklärung dieses seltsamen Phänomens aufgestellt wurden: Die erste vermutet eine direkte Einwirkung des Willens auf die Vorstellungen, scheitert aber sofort an der psychischen Tatsache, daß in anderen Fällen, so z. B. wenn wir Halbvergessenes mit Gewalt uns ins Gedächtnis zurückrufen wollen, der Wille nicht unmittelbar, sondern erst mit Hülfe gewisser Ideenassoziationen, also Vorstellungen, zum Ziele gelangt. Die zweite Hypothese läßt sich kurz als die „psychologische Hemmungstheorie" bezeichnen: sie entsprang aus den physiologischen Tatsachen der Hemmung von Reflexbewegungen, deren psychologisches Korrelat die Annahme bildet, daß der Wille die Fähigkeit besitze, vermittelst der hemmenden Nervenzentren gewisse Vorstellungen ganz zu unterdrücken und so andere (indirekt) zu verstärken. Aber auch diese Theorie leidet an Schwierigkeiten, von denen nicht die geringste die ist, daß unser Bewußtsein von einer solchen direkten Hemmung der Vorstellungen nichts berichtet.

Verf. stellt nun auf Grund von psychophysischen Versuchen, die er 1886 bis 1887 im psychologischen Laboratorium der Leipziger Universität angestellt, eine dritte Theorie auf, um „eine der wichtigsten

1) Archiv f. system. Philos. 1897. 4. Bd. S. 65.
2) Philos. Studien. 1887. 4. Bd. S. 390—422.

Digitized by Google

Fragen in der Psychologie" aufzuhellen. Eine erste Versuchsreihe hatte zum Gegenstand, die periodischen Schwankungen der sinnlichen Aufmerksamkeit mit Bezug auf ihre Dauer genau zu registrieren. Solche Schwankungen der Aufmerksamkeit, mit denen eine periodische Verstärkung und Schwächung der Empfindungseindrücke Hand in Hand geht, lassen sich ohne Mühe beim Ticktack einer etwas entfernten Taschenuhr während der Stille der Nacht beobachten. Auch bei optischen und taktilen Empfindungen treten sie auf. Als bemerkenswerte Erscheinung mag erwähnt werden, daß die Periodizität der Schwankungen bei Gehörsempfindungen am langsamsten, schneller bei Gesichts- und am schnellsten bei elektrischen Tastempfindungen ausfällt.

Was mag die Ursache von alledem sein? Verf. vermutet, daß zu den realen und konstant bleibenden Empfindungen periodisch jedesmal noch ihre „Erinnerungsbilder" hinzutreten und durch Verschmelzung (Assimilation) die ersteren verstärken. Damit wären nun freilich die Schwankungen der verstärkten minimalen Empfindungen, noch nicht aber die Schwankungen der Erinnerungsbilder selbst, welche verstärkend wirken, erklärt.

Um letzteres zu leisten, stellt Lange eine „Theorie der aktiven Apperzeption überhaupt" auf, deren hypothetischen Charakter er freilich betont. Eine jede aktive Apperzeption, d. h. die Fähigkeit, unsere Vorstellungen willkürlich zu verstärken, soll nämlich bedingt sein durch die willkürlichen Bewegungen. „Die Vorstellungen besitzen sozusagen ein Häkchen", sagt er, „die motorischen Merkmale, woran wir nur zu ziehen brauchen, um das Ganze herauszuheben". Als Erläuterung dient die Tatsache, daß man, um eine wirkliche Bewegung (z. B. eines Kreisels) lebhaft aufzufassen, diese Bewegung mit dem Auge real mitmachen muß; um sich einen Bleistift mit geschlossenen Augen vorzustellen, macht man unwillkürlich eine schwache, der geraden Linie entsprechende Bewegung usw.

Mittelst dieser Hülfstheorie, die freilich auch ihre „Häkchen" haben dürfte, glaubt Verf. nicht nur die Periodizität der Erinnerungsbilder, sondern auch diejenige gewisser Bewußtseinserscheinungen überhaupt (im Zeitsinn, Tongedächtnis) erklären zu können. Demnach zerlegt jeder Apperzeptionsprozeß sich in folgende Momente: a) der Wille, eine bestimmte Vorstellung zu verstärken oder hervorzurufen; b) die entsprechende Bewegung und der Innervationsimpuls; c) die Verstärkung der mit dieser Bewegung assoziierten Vorstellung; d) die zentrale Ermüdung, die nach 2 bis 4 Sekunden eintritt.

S. de Sanctis[1]) hat durch Beobachtungen an Gesunden und

1) Studien über die Aufmerksamkeit. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 17. Bd. S. 205.

Digitized by Google

Kranken ein besseres Verständnis von der Aufmerksamkeit zu gewinnen gesucht. Die Aufmerksamkeit ist dem Verf. kein einfaches, sondern ein kompliziertes psychisches Phänomen. Die allgemein behauptete „Zerstreutheit" der Hysterischen fand er nicht bestätigt; sie verhalten sich vielmehr wie Kinder. Die theoretisch wichtige Unterscheidung zwischen spontaner und willkürlicher Aufmerksamkeit hält der Verf. für unpraktisch, er setzt dafür natürliche und konative Aufmerksamkeit: erstere ist durch Beobachtung, letztere durch das Experiment zu untersuchen.

An Nervenleidenden und Irren studierte er die Störungen der Aufmerksamkeit. Bei der Fixierung der Aufmerksamkeit fand er Ana-, Hypoprosexis und Hyperprosexis, ebenso in der Verteilung der Aufmerksamkeit auf mehrere Gegenstände, welche eine höhere Stufe darstellt als die Fixierung. Die Paraprosexis bezeichnet qualitative Störungen der Aufmerksamkeit, verschuldet durch zu rasches oder zu intensives oder inadäquates Steigen des Willkürlichkeitsexponenten während eines Aufmerksamkeitsprozesses; hierher gehört die Disbulie der Psychiatrie.

Einfluß der Aufmerksamkeit auf körperliche Zustände.

Die Aufmerksamkeit wirkt selbst auf körperliche Zustände, wie P. Mentz[1]) nachweist.

„Bei akustischen Reizen tritt zugleich mit der Empfindung eine regelmäßige Verlängerung des Pulses und meist auch der Atmung ein, die jedoch bei einiger Dauer des Reizes wieder abnimmt, ja schließlich sogar in eine Verkürzung übergeht. Ebenso ist bei Wiederholung des Reizes die Pulsverlängerung eine geringe." „Infolge zunehmender Intensität tritt sowohl bei Geräuschen als bei Tönen und Klängen eine zunehmende Pulsverlängerung ein, die jedoch bei sehr hohen Intensitäten wegen unvermeidlicher Unlust wieder abnimmt, ja sogar in Verkürzung übergeht."

„Die Ursache der ursprünglichen Verlängerung ist wahrscheinlich eine direkte Wirkung des psychophysischen Prozesses der Empfindung." „Es ergab sich, daß die Klänge der eingestrichenen und oft auch der kleinen Oktave d. h. ć—h́ und c—h die größte Puls- und Atemsverlängerung und auch nach der Aussage der Reagenten die größte Lust zur Folge hatte." „Bei der Folge von Schällen, d. h. Geräuschen sowohl als Tönen und Klängen zeigte sich der bedeutende

1) Die Wirkung akustischer Reize auf Puls und Atmung. Philos. Stud. 1895. 11. Bd. S. 61.

Digitized by Google

Einfluß der Aufmerksamkeit. Wurde nämlich der Reiz, d. h. eine Folge von Schällen, mit nur unwillkürlicher Aufmerksamkeit aufgenommen, so trat regelmäßig eine Verlängerung des Pulses und meist auch der Atmung ein. Wurde er dagegen mit besonderer (willkürlicher) Aufmerksamkeit entgegengenommen, so trat regelmäßig eine Verkürzung des Pulses und vielfach auch der Atmung ein." Diese Pulsverkürzung nimmt bei längerer Dauer der ersteren fort und fort zu. „Die Lust an der Tätigkeit wird in ihrer pulsverlängernden Wirkung also schon von Anfang an durch die pulsverkürzende Wirkung der willkürlichen Aufmerksamkeit übertroffen." „Eine bestimmte Geschwindigkeit (der Tonfolge) bietet das Maximum von Lust. Nach beiden Seiten dieses Maximums, d. h. bei größeren und geringeren Geschwindigkeiten nimmt die Lust mehr und mehr ab, und geht schließlich durch einen Punkt der Indifferenz des Gefühlstones in Unlust über. Diese Unlust wächst dann bei noch weiterem Fortgang zu größeren bezw. geringeren Geschwindigkeiten, um dann später wahrscheinlich wieder abzunehmen."

Der Takt erweist sich besonders wirksam auf den Atem. Es ergab sich „ein vielfaches Zusammenfallen vom Atemgipfel und Atemtal mit den Metronomschlägen. Ganz dasselbe findet bei den betonten Schlägen eines objektiv gegebenen Klingeltaktes vielfach statt. Man kann also sagen: Sowohl die einfachen Metronomschläge, wie die betonten eines gegebenen Taktes geben durch direkte Innervation dem Atem einen Anstoß zum Beginn der Inspiration oder Exspiration". Auch beim rein subjektiven Takt treten dieselben Erscheinungen auf inbezug auf Zusammenfallen von Atemgipfel und -Tal mit den einfachen bezw. den betonten Metronomschlägen wie beim schon objektiv gegebenen Takte.

Umgekehrt zeigt J. Ivan Birvliet „den Einfluß der Geschwindigkeit des Pulses auf die Zeitdauer der Reaktionszeit bei Licht- und Tasteindrücken." [1])

In einer früheren Untersuchung [2]) zeigte der Verf. daß mit der Zunahme der Pulsfrequenz die Reaktionszeit bei Schalleindrücken sich vermindert; d. h. daß bei erregtem Puls ein Schall schneller wahrgenommen wird. Dasselbe fand er später auch für Gesichts- und Tasteindrücke. Dies trifft freilich nicht mehr zu bei sehr schnellem und sehr schwachem Pulse.

---

1) A. a. O. S. 125.
2) Phil. Studien. 10. Bd. S. 160 ff.

Digitized by Google

Der Einfluß der Aufmerksamkeit auf die Reaktionszeit

von der wir schon handelten, zeigt sich besonders deutlich in dem Unterschiede der sog. muskulären und sensoriellen Reaktion. Muskulär ist die Reaktion wenn die Versuchsperson ihre Aufmerksamkeit auf die von ihr vorzunehmende Handbewegung der Registrierung z. B. nach einem gehörten Schalle richtet, sensoriell, wenn sie auf den Schall selbst horcht. Im ersteren Falle ist die Reaktionszeit kürzer als im zweiten.

F. E. Titchener[1]) hat einige auf genauen Messungen beruhende Proben dieses Unterschiedes mitgeteilt. Die hier gebotenen Zahlen beruhen auf einer strengen Durchführung des Unterschiedes zwischen den „muskulären" und „sensoriellen Reaktionen" und weisen darum zum Teil Abweichungen von früheren Resultaten auf. Folgende Tabelle gibt diese Resultate:

Unterschied zwischen sensorieller und muskulärer Reaktion	W.	M.	T.
	81,4	84,4	97
Zeit für die Erkennung einer Farbe . . .	29,5	30,2	28,1
Für die Erkennung eines Buchstabens . . .	53,5	52,7	51,5
Für die Erkennung eines kurzen Wortes . .	51,8	50,1	45,3

Beobachter waren: Warren (W), Meumann (M). Titchener (T).

Auch die zeitlichen Verhältnisse von Bewegungen werden durch die Aufmerksamkeit beeinflußt. Wenn wir z. B. die zwei Hände gleichzeitig bewegen wollen, so ist meistens die eine voraus. Külpe[2]) erklärt dies durch die muskuläre bezw. sensorielle Reaktionsform. Vermittelst Versuche an einem zu diesem Zwecke von Wundt ausgedachten Chronographen wurde von Külpe konstatiert, daß die Koordination zweier Bewegungen, z. B. der gleichzeitigen Aufhebung beider Arme, nicht so einfach ist, als es den Anschein hat. Bald ist die rechte Hand voraus, bald die linke, bald viel, bald wenig usw., und dennoch nicht gesetzlos. Der Experimentator faßt die Ergebnisse seiner Versuche folgendermaßen zusammen: „Aus unsern Tabellen ergibt sich eine gesetzmäßige Abhängigkeit der gleichzeitig intendierten Bewegungen von der allgemeinen psychophysischen Vorbereitung derselben. Insbesondere zeigt sich die Bevorzugung einer Hand bei dem Bewegungseintritt geknüpft an eine bestimmte Reaktionsform, ferner die Größe

1) Zur Chronometrie des Erkennungsaktes. Phil. Stud. 1893. 8. Bd. S. 138.

2) Über die Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit von Bewegungen. Wundt's Philos. Studien. 1896. S. 514.

Digitized by Google

der Abweichung von der Gleichzeitigkeit in unabweisbarer Beziehung stehend zu der muskulären oder sensoriellen Einstellung, endlich sind die Schwankungen um den Mittelwert bei den einzelnen Versuchen von verschiedener Höhe je nach der vorbereitenden Disposition." Der Verf. versucht eine psychologische Erklärung im Gegensatz zu Lange, der den Unterschied zwischen sensorieller und muskulärer Reaktion mehr physiologisch erklärt.

Münsterberg hat eine große Anzahl von Versuchen mitgeteilt, um darzutun, daß die verkürzte muskuläre Reaktionsweise nicht bloß bei einfachen Sinneseindrücken, wie Wundt annimmt, sondern auch bei komplizierten Wahlakten geistiger Natur anwendbar sei, wo eine automatische durch Einübung erworbene Koordination ausgeschlossen sei, woraus er dann unter anderm den Schluß zieht, daß es keine Grenze zwischen psychophysischen und bloß physischen Vorgängen inbezug auf das Bewußtseinsleben gebe.[1])

Martius[2]) findet vieles an diesen Versuchen und ihrer Beweiskraft auszustellen, er kommt gerade zu dem entgegengesetzten Resultate. „So ist denn das Ergebnis der bisherigen Erwägungen und Versuche, daß die Richtung der Aufmerksamkeit auf die Bewegung bei verwickelteren psychischen Prozessen die Reaktionszeit in der Regel verlängert." Der Verf. glaubt, auf seine eigenen Beobachtungen gestützt, behaupten zu dürfen, daß es auch bei der muskulären Reaktion sich um bewußte Akte, nicht um Gehirnreflexe handelt, daß insbesondere auch der Reiz, auf den reagiert wird, perzipiert wird.

Aber wie erklärt sich dann die Zeitverkürzung bei der muskulären Reaktion? Es sind zwei Möglichkeiten vorhanden. Entweder wird die Muskelbewegung in Folge der stärkeren Vorbereitung schneller ausgeführt, oder der Beginn der Bewegung ist ein früherer, weil die Reizvorstellung nicht den Grad des Bewußtseins zu erreichen braucht, damit die Bewegung — zustande kommt, und weil die Aufmerksamkeit den Schritt von der Reizvorstellung bis zur Bewegungsvorstellung nicht erst auszuführen braucht. Das Zweite scheint dem Verf. wahrscheinlicher.

Genauere Angaben macht A. Dwelshauver in einem Aufsatze: „Untersuchungen zur Mechanik der aktiven Aufmerksamkeit". Wenn man die Reaktionsdauer für verschiedene Bedingungen aufsteigend ordnet, so ergibt sich folgende Skala: 1. Muskul. Reakt. mit Signal (129,78 — 183,45), 2. Muskul. Reakt.

1) Beitr. z. exp. Psych. H. 1. S. 72.
2) Phil. Stud. 1890. S. 167 ff.

Digitized by Google

ohne Signal (184 — 257,02). 3. Sensorielle Reakt. mit Signal (279,66 — 301,97). 4. Sens. Reakt. ohne Signal (304,03 — 323,87), 5. Unaufmerksame Reaktion (382,2).[1]) Daraus ergibt sich, daß das Signal die Anpassung der Aufmerksamkeit begünstigt.

Die von C. Lange gemachte Unterscheidung zwischen sensorieller und muskulärer Reaktion scheint nicht auszureichen. Für Druckempfindungen glaubt F. Kiesow[2]) außer der muskulären und sensoriellen noch eine dritte „gemischte" oder „indifferente" annehmen zu müssen. Nach Cattel soll die Langesche Entdeckung nicht allgemeine Geltung haben, nämlich nicht bei kurzen und regelmäßigen Reaktionen. Kiesow findet dies nicht bestätigt. Die „indifferente" Reaktion hat statt, wenn die Aufmerksamkeit gleichmäßig auf den Sinneseindruck und die Bewegung gerichtet ist. Der Unterschied tritt bei schwächeren Reizen stärker hervor, als bei sehr intensiven.

Bei Geschmacksempfindung ließ sich allerdings ein Unterschied nicht feststellen, da die Versuchsanordnung eine muskuläre Reaktion nicht zuließ. Flournoy nimmt 4 Arten an. Aber auch diese neue Aufstellung beweist den Einfluß der Aufmerksamkeit.

Eine spezielle Untersuchung über den Einfluß der Aufmerksamkeit auf die Gesichtswahrnehmung und das Auge hat W. Heinrich[3]) angestellt. Er führt aus:

Auf Helmholtz gestützt, hält man ziemlich allgemein dafür, daß die Aufmerksamkeit von der Akkommodation und Einstellung des Auges unabhängig sei. Dagegen ergaben die Experimente H.'s:

„1. Die Akkommodation des Auges ist nicht unabhängig davon, ob der zentrale oder periphere Teil des Gesichtsfeldes angeschaut wird. Bei der Anschauung der Objekte in den seitlichen Teilen des Gesichtsfeldes ändert sich die Akkommodation, trotzdem der Abstand der angeschauten Objekte derselbe bleibt, wie der zentral gesehenen. Die Änderung offenbart sich in der Abflachung der Linse und in der Vergrößerung der Pupille. 2. Wird die Aufmerksamkeit nicht-optischen Eindrücken zugewendet, so wird das Auge akkommodationslos, es kann sogar eine noch stärkere Abflachung der Linse eintreten, wie beim Fernsehen. 3. Der Krümmungsradius nimmt beim seitlichen Sehen mit dem Winkel, unter welchem sich das Objekt zur Achse befindet, anfangs zu, von dem Winkel 50° ab. Diese Änderungen sind relativ gering. 4. Wird

1) Die Zahlen bezeichnen die Reaktionszeit in Tausendstel einer Sekunde.

2) Zeitsch. f. Psych. und Phys. 1904. 34. Bd. S. 8 ff: „Über die einfache Reaktionszeiten der taktilen Belastungsempfindung".

3) Die Aufmerksamkeit und die Funktion der Sinnesorgane. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1895. 9. Bd. S. 442.

Digitized by Google

die Aufmerksamkeit von den optischen Eindrücken abgewendet, so ändert sich die Konvergenz der Augenachsen. Diese nähern sich der Parallelstellung."

Über die physiologische Bedeutung dieser Beobachtungen und ihr Verhältnis zu den Angaben inbetreff der Erscheinungen der Aufmerksamkeit spricht sich der Verf. zusammenfassend so aus:

„Die Änderungen, die man an den Augen beobachtet, stehen in direktem Zusammenhange mit den Angaben über die Erscheinungen der Aufmerksamkeit. Wo die physiologischen Bedingungen die Einwirkung des Reizes begünstigen, dort lauten auch die Angaben dahin, daß der Eindruck bemerkt, resp. deutlicher wird; wo dieselben Bedingungen die Einwirkung des äußeren Reizes herabsetzen, dort gibt man an, den Eindruck nicht bemerkt resp. undeutlich gesehen zu haben."

Inbezug auf die periodischen Schwankungen der Aufmerksamkeit bei schwachen Reizen schließt sich Verf. im wesentlichen der Erklärung Münsterberg's an, welcher sie in den Schwankungen der Genauigkeit der Akkommodation (bei optischen Eindrücken) findet. Die weitere Annahme Münsterberg's freilich, daß die Aufmerksamkeit nur Spannung der Hals- und Brustmuskeln sei, und diese Spannung und somit die Akkomodation durch den Atem beeinflußt werde, macht er sich nicht zu eigen. Denn es lasse sich kein Einfluß der Atmung auf die Akkommodation nachweisen. „Dagegen berechtigen die Beobachtungen, welche fortwährend kleine Veränderungen der Linse und Pupille zeigten, vollkommen zu der Annahme, daß die Schwankungen in der Genauigkeit der Akkommodation die alleinige Ursache der Schwankungen der Aufmerksamkeit bei optischen Eindrücken sind."

Im Vorigen wurden bereits

Die Schwankungen der Aufmerksamkeit

berührt.

Es ist bekannt, daß bei schwachen der Ebenmerklichkeit naheliegenden Reizen die Wahrnehmung, Sehen, Hören in bestimmten Pausen unterbleibt, Perioden der Merklichkeit mit denen der Nichtmerklichkeit wechseln. Wenn man die Erscheinung als Schwankung der Aufmerksamkeit bezeichnet, setzt man voraus, daß dieselbe psychischen Ursprungs ist. So wird sie auch vielfach gefaßt, andere Forscher aber finden den Grund im Gehirn, andere im Sinnesorgan, wieder andere in beiden, in zentralen und pheripheren Vorgängen, andere in den Reizen.

J. W. Haughter[1]) verwirft alle bisher versuchten Erklärungen,

1) The fluctuation of the attention in some of their psychol. relations Amer. Journ. of Psychol. 1901. p. 313.

Digitized by Google

lehnt sich aber einigermaßen an Münsterberg an, der die Perioden mit der Respiration in Zusammenhang bringt, näher an Lehmann, der die durch die Atmung dem Gehirn periodisch zugeführte stärkere Blutmenge als Ursache der Merklichkeit ansieht.

Auch seine Versuche ergaben in der Mehrzahl der Fälle ein Zusammenfallen der Merklichkeitsperioden mit den Perioden stärkeren Blutdrucks; auch stimmten ganz kurze Zeiten der Merklichkeit mit den Respirationsperioden.

Aber neu ist seine Entdeckung, daß ein Unterschied des Verhältnisses zwischen einer Periode der Merklichkeit und einer solchen der Unmerklichkeit besteht, je nachdem das Beobachten und Registrieren allein vorgenommen wird, oder die Versuchsperson durch den Ergographen einen Zug erleidet. Darum schließt er, daß motorische Gehirntätigkeit die sensorische verstärkt. Nicht die Versorgung des Gehirns mit Blut durch die Respiration, sondern der direkte Einfluß der vasomotorischen und respiratorischen Innervationszentren verstärkt periodisch die Wahrnehmungsfähigkeit.

R. W. Taylor bestätigt die Theorie Sl.'s und erweitert sie dahin, daß nicht bloß motorische, sondern auch sensorische, wie elektrische schmerzhafte Einwirkungen, Rauchen, starke Gerüche dieselbe Wirkung haben.[1])

Genauere Angaben hat Wiersma:

„1. Die Dauer der Unmerklichkeitszeit nimmt mit dem Abschwächen des Unterschiedes regelmäßig ab. 2. Ebenso nimmt die Dauer der Unmerklichkeitsperiode mit dem Abschwächen des Unterschieds ab." Sehr stark macht sich die Ermüdung und Frische des Geistes geltend. Dies weist auf zentralen Ursprung hin.[2])

Nach diesen Experimenten E. Wiersma's sind die Erscheinungen der Aufmerksamkeitsschwankung sowohl bei normalen wie bei künstlich abgeänderten Versuchsbedingungen zentralen Ursprungs. Untersuchungen an krankhaften Individuen ergaben, „daß die Wahrnehmungsfähigkeit von psychischen Störungen verschiedener Art beeinflußt wird; die depressiven Gefühlsstörungen üben sehr deutlich eine Hemmung aus, während über die Exaltation sich nichts Bestimmtes erschließen läßt".[3])

---

1) The effect of certain stimuli upon the attention wawe. Ibid. p. 335. Vergl. Zeitschrift für Phychol. und Phys. d. S. 1902. Bd. 30. S. 230 ff.

2) Über die sog. Aufmerksamkeitsschwankungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1901. 26. Bd. S. 168.

3) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 31. Bd. S. 110: „Untersuchungen über die sog. Aufmerksamkeitsschwankungen."

Digitized by Google

Derselbe fand weiter: Die Wahrnehmungsfähigkeit ist zu verschiedenen Tageszeiten verschieden, es gibt Morgen- und Abendarbeiter; Kraepelin schreibt dies einer Anlage zu. Dagegen fand Verf. sie von der Übung abhängig. Nach geistiger und körperlicher Anstrengung ist die Wahrnehmungsfähigkeit herabgesetzt. Alkohol wirkt schädigend, Bromnatrium günstig auf die Wahrnehmungsfähigkeit.[1])

Wie schon bemerkt, besteht zwischen der Aufmerksamkeit und dem Atem und Puls eine innige Beziehung; diese wird nun auch zur Erklärung der Aufmerksamkeitsschwankungen benutzt. So von Leumann.[2])

Schon aus dem gewöhnlichen Leben ist bekannt, daß zwischen Vorstellungen oder Affekten und Pulsschlag bezw. Atemfrequenz ein Zusammenhang besteht. Verf. macht nun darauf aufmerksam, daß wir in Puls und Atem „angeborne Zeitmesser" besitzen. Zur Bestätigung weist er darauf hin, daß unsere Empfindlichkeit für schwache Reize periodisch wechselt bezw. intermittiert; für elektr. Hautempfindungen beträgt die Periode 2,5—5", für Licht 3,3 — 4", für Gehörsempfindungen 3,5—4". Leumann hält es nun für wahrscheinlich, daß diese Periode durch den Puls oder Atem bestimmt werde. Er will die Forscher zu genaueren Experimenten anregen; er selbst fand, daß die rythmischen Intervalle beim Skandieren trochäischer Verse sich verhalten wie die Pulsintervalle, $40{,}1 : 38{,}8 = 85^2/_3 : 82^1/_8$. Diese Zahlen rechts bezeichnen die Pulsschläge verschiedener Personen; die Atmungen erfolgen durchschnittlich viermal langsamer als die Pulsschläge.

Ebenso von A. Lehmann[3])

Daß von den seitherigen Experimentatoren über das Intermittieren der Empfindung bei minimalen Reizen so verschiedene Resultate erzielt wurden, kommt nach dem Verfasser zum Teil daher, daß sich ihre Versuche auf ganz verschiedene Fälle beziehen. Lange und Eckener, die durch „Zerstreuung" die Unterbrechungen der schwachen Empfindungen erklären, befassen sich bloß mit momentan auflodernden Bewußtseinsinhalten, Münsterberg ließ aber die Auf-

1) A. a. O. 1902. 28. Bd. S. 179 ff.

2) Die Seelentätigkeit in ihrem Verhältnis zu Blutumlauf und Atmung. Phil. Stud. 1888. 5. Bd. S. 618.

3) Über die Beziehung zwischen Atmung und Aufmerksamkeit. Phil. Stud. 1891. S. 66.

Digitized by Google

merksamkeit dauernd gespannt sein. Lehmann findet nun, daß die Erklärung beider teilweise berechtigt ist. Er gibt Münsterberg ein Zittern und Ermüdung der Augenmuskeln bei längerem Fixieren kleiner Objekte zu. Für Fälle der Zerstreuung bei Personen, die dazu geneigt sind, trifft Eckener's Erklärung zu. Mit Münsterberg findet er einen Zusammenhang des Atmens mit den Schwankungen der Aufmerksamkeit.

„Wenn für beide Reagenten die Reaktionsmaxima fast genau in denselben Phasen der Atmungsperiode liegen, so muß diese Tatsache physiologisch oder richtiger: psychophysiologisch begründet sein." Durch die Inspiration wird nämlich ein Blutdruck nach dem Gehirn und damit eine intensivere Tätigkeit desselben erzielt.

„Das Resultat dieser Untersuchungen ist also, daß die Schwankungen der Lichtempfindungen und wahrscheinlich auch der Schallempfindungen durch die Atmung in Verbindung mit dem Zittern der Akkommodationsmuskeln verursacht wird. Das Erinnerungsbild der Empfindung wirkt diesen beiden Schwankungsursachen entgegen, und durch das Interferieren dieser drei Faktoren erhalten die Schwankungen ihren regellosen Charakter."

Die Anschauung Lehmann's wird bestätigt von G. Landmann.[1])

Nach A. Lehmann hängen die Empfindungsschwankungen bei sehr schwachen Reizen mit der Atmung zusammen; dagegen bestreitet G. Martius eine solche Abhängigkeit, weil die Atmung ein rein physiologischer Prozeß sei. Aber Verfasser fand durch Selbstbeobachtung einen sicheren Einfluß der Atmung auf das Seelenleben. Durch eine längere Zeit fortgesetztes tiefes Atemholen vermochte er Neuralgien abzuschwächen oder zu beseitigen. „Wahrscheinlich beruht die schmerzmindernde Wirkung eines möchlichst ausgedehnten Atmens auf den Veränderungen, welche von der Lunge durch den höchsten Grad des passiven Druckes an der Ausdehnung des Herzens und der großen Gehirnblutgefäße hevorgebracht werden und sekundär mit der Verminderung des Blutzuflusses zu den Gehirnzentren eine Schwankung in der Empfindung bedingen." Bekannt ist ja, daß instinktiv der Mensch durch einen „Seufzer", tiefes Atemholen, von einem heftigen Schmerze sich erholt. Weiter fand der Verf., daß durch tiefes Atemholen Schlaf herbeigeführt werden konnte, also eine Herab-

1) Über die Beziehung der Atmung zur psychischen Tätigkeit. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1895. 6. Bd. S. 423.

Digitized by Google

setzung aller psychischen Tätigkeit, welche die nächste Einleitung zum Einschlafen bildet.

Etwas anders P. Zoneff und E. Meumann.[1])

Die Experimente von Lehmann und Mentz werden dahin berichtigt, daß die wichtigste Rolle dem Atmen als Ausdrucksbewegung der Gefühle zugewiesen wurde, auch ein Unterschied hierin zwischen thorakaler und abdominaler Atmung erkannt wurde.

„Bei der sinnlichen Aufmerksamkeit wird der Atem fast vollständig gehemmt, bei der intellektuellen nur teilweise oder gar nicht." Der Puls wird durch die Aufmerksamkeit auch an sich schon ganz unabhängig von der Atmung verlangsamt. Freilich sind mit Atmungsschwankungen auch Pulsänderungen regelmäßig verbunden. Im allgemeinen wird die Aufmerksamkeit von einem verlangsamten Puls und einer ungenügenden gehemmten Atmung begleitet, und zwar mehr thorakal als abdominal. „Wir müssen als sicheres Ergebnis dieser Versuche bezeichnen, daß die Schwankungen der Aufmerksamkeit von genau entsprechenden Schwankungen in den Atem- und Pulsbewegungen begleitet sind." „Alle Lustzustände vermindern die Atemtätigkeit, alle Unlustzustände dagegen vermehren dieselbe." „Alle Atem- und Pulswirkungen der Gefühle werden durch eine wirkliche Ablenkung der Aufmerksamkeit eines anderen Reizes aufgehoben." Das Gefühl wird durch eine Richtung der Aufmerksamkeit auf dasselbe verstärkt, die durch geistige Ermüdung eintretende Unlust vertieft gleichfalls den Atem und beschleunigt den Puls.

Eine andere Erklärung gibt H. Eckener[2]).

Lauscht man auf den schwachen Ticktack einer Taschenuhr in einiger Entfernung, so wird in periodischen Schwankungen gar nichts gehört. Nach Urbantschitsch kommt dies von periodischer Ermüdung des N. acust. Nach N. Lange von Schwankungen der Aufmerksamkeit. Nach Münsterberg von Ermüdung der Muskeln (bei schwachen Gesichtseindrücken der Akkommodations- und Fixationsmuskeln im Auge). Nach neuen Experimenten kommt Vers. mit Lange darin überein, daß das Erinnerungsbild eine fundamentale Bedeutung bei der Erscheinung hat. er nimmt aber im Gegensatz zu ihm eine positive psychische Veränderung als Grund für das Verschwinden des Erinnerungsbildes und damit zugleich der Minimalempfindung an. Das Aufmerken auf ein

1) Über Begleitungserscheinungen psychischer Vorgänge in Atem und Puls. Phil. Stud. 1901. S. 1.

2) Untersuchungen über die Schwankungen der Auffassungen minimaler Reize. Philos. Stud. 1892. 8. Bd. S. 343.

Digitized by Google

tiefes Geräusch bedingt Veränderungen des zu der Erfassung des betr. Erinnerungsbildes führenden zentralen Zustandes, welche das Bewußtwerden der Reize verhindern.

E. Pace[1]) behandelt dasselbe Thema; er richtet sich speziell gegen Münsterberg, und schlägt eine „Via media" ein. Nach Versuchen mit der Masson'schen Scheibe glaubt Verf. feststellen zu können, daß sowohl zentrale als peripherische Einflüsse die periodischen Schwankungen der Wahrnehmung minimaler Reize bedingen.

Manche erklären die Erscheinung durch eine periodische Ermüdung und Wiederherstellung des Organs durch den Stoffwechsel, andere wollen lieber in der Spannung der Aufmerksamkeit einen periodischen Wechsel annehmen. Für erstere Erklärung scheint eine Beobachtung Warren P. Lombard's über die Periodizität der Ermüdung zu sprechen. Derselbe stellte mit dem Mosso'schen Ergographen im Turiner Laboratorium Versuche über die Ermüdungskurve für seinen in Intervallen von 2" sich zusammenziehenden Mittelfinger an. Nachdem er die Ermüdung soweit getrieben, daß er nach 110" ununterbrochener Arbeit ein Gewicht von 3 kg. kaum noch bewegen konnte, und es also schien, als wenn er am Ende der Ermüdungskurve angekommen sei, nahm auffallender Weise die Kraft bei weiterer Fortsetzung der Arbeit wieder zu: während 30" war jede folgende Kontraktion stärker als die vorhergehende, worauf die Ermüdung wieder eintrat, die Kontraktionen trotz aller Anstrengungen, die der Experimentator machte, immer schwächer wurden. Sodann fing die Kraft wieder an zu wachsen, stieg auf ein Maximum, um dann wieder zu sinken. Solche Schwankungen der Kraft traten in 12 Minuten fünfmal auf.

Daß es sich hier nicht um eine zufällige Erscheinung, sondern um ein allgemeines physiologisches Gesetz handelt, beweisen die wiederholten Versuche, welche zu verschiedenen Tageszeiten, an verschiedenen Tagen, an beiden Armen, an den Streckern wie an den Beugern, mit den verschiedensten Gewichten, auch an zwei andern kräftigen Personen angestellt, dasselbe Resultat ergaben. (An sechs Individuen konnte allerdings etwas Ähnliches nicht beobachtet werden.)

Von den Schwankungen der Willensenergie kann die Periodizität nicht wohl abhängen; denn es konnten andere Muskeln in normaler Weise kontrahiert werden, wenn die Zusammenziehung des ermüdeten Fingers unmöglich war; auch trat die Erscheinung nur nach lange fortgesetzter Arbeit und schneller ein, wenn die Kontraktionen

1) Zur Frage der Schwankungen der Aufmerksamkeit. A. a. O. S. 388.

Digitized by Google

häufiger und die Gewichte schwerer wurden: also gewiß nur infolge von Ermüdung, die auf den Willen als solchen kaum einen Einfluß ausüben kann. Aus anderweitigen Versuchen glaubt denn unser Gewährsmann den Schluß ziehen zu können, daß die Kraftschwankungen auch nicht in den Muskeln, noch auch in den peripherischen Nervenenden ihren Sitz haben können: soll darum die physiologische Erklärung aufrecht erhalten werden, so sind dieselben in die motorischen Nervenzentren zu verlegen.

Man sieht, eine allgemeinen befriedigende Erklärung der „Aufmerksamkeitsschwankungen" ist noch nicht gefunden.

Digitized by Google

Neuntes Kapitel.

Das Gedächtnis.

Die hauptsächlichsten Leistungen der experimentellen Psychologie inbezug auf das Gedächtnis beziehen sich auf die Messung seiner Stärke auf die verschiedenen Arten des Memorierens. Vor allen hat sie aber auch das Wesen der Erinnerung zu ergründen gesucht, indem sie zunächst die Assoziation, die Art der Vorstellungsverbindung, welche beim Erinnern eine Hauptrolle spielt, genauer auf experimentellem Wege zu erforschen suchte.

Assoziation und Erinnern.

Zum besseren Verständnisse schicken wir die Assoziationslehre des bedeutendsten experimentellen Psychologen Wundt voraus. In einem Aufsatze der philosophischen Studien[1]) erklärt er sich darüber wie folgt:

Die vier „Assoziationsgesetze" des Aristoteles (Ähnlichkeit, Kontrast, Koexistenz, Sukzession) schleppen sich durch die Lehrbücher, obgleich sie so viel Berechtigung haben, wie in der Physik seine vier Elemente. Indem man den Kontrast fallen ließ, Koexistenz und Sukzession aber als Berührung der Vorstellungen faßte, bleiben noch zwei Assoziationsgesetze: nach Ähnlichkeit und Berührung. Höffding leugnet nicht gerade die Berührungsassoziation, behauptet aber eine Mitwirkung der Ähnlichkeit. Die Anhänger der Berührungshypothese können dieselbe wohl ohne Ähnlichkeit einheitlich durchführen, müssen aber dann Zwischenglieder einschalten.

Wundt ist dagegen der Ansicht, daß man die elementareren Vorgänge der Assoziation berücksichtigen müsse; denn Ähnlichkeits- und Berührungsassoziation sind schon komplizierte fertige Produkte; darnach

1) Bemerkungen zur Assoziationslehre. 1891. 3. Heft. S. 329 ff. Eine Kritik dieser Theorie haben wir in dem Lehrbuch der Psychologie 4. Aufl. S. 117 ff. gegeben.

Digitized by Google

will er vielmehr *simultane* und *sukzessive* Assoziation unterscheiden. „Eine simultane Assoziation wird hier jeder Prozeß genannt, dessen assoziierte Bestandteile ein gleichzeitig dem Bewußtsein gegebenes Ganze bilden, eine sukzessive dagegen, dessen Glieder sich in eine Zeitreihe ordnen." Es werden nämlich in diesen Ausdrücken „die dem Assoziationsprodukt zukommenden Eigenschaften auf die Assoziation selbst übertragen". Die genauere Bezeichnung würde also eigentlich lauten: „Assoziation zu einem simultanen Vorstellungsganzen und Assoziation zu einer zeitlichen Aufeinanderfolge von Vorstellungen." Unter diesem Gesichtspunkt behandelt er nun die *Komplikation* (Assoziation von Vorstellungen verschiedener Sinnesgebiete) und die *Assimilation* (Assoziation von Vorstellungen desselben Sinnesgebietes). Es sind dies diejenigen „simultanen Assoziationen", welche zu den gewöhnlich allein mit dem Namen der Assoziation belegten Vorgängen, den sukzessiven Assoziationen, in einer unmittelbaren Beziehung stehen. „Das Resultat dieser Betrachtungen" ist, „daß es nur zwei Grundformen der Verbindung zwischen den Vorstellungselementen gibt, und daß diese beiden bei jeder einzelnen wirklichen Assoziation zusammen vorkommen müssen."

Eine naheliegende Folgerung daraus ist, daß jede Vorstellung, welche nicht von außen erregt ist, durch Assoziation zustande kommt. Aber woher die *frei aufsteigenden* Vorstellungen? Dies rührt, wie dies *Scripture* auch experimentell nachgewiesen hat, von weniger bewußten Nebenvorstellungen her. Eine Vorstellung a ist mit x assoziiert. Mit dieser Hilfsvorstellung hat sich auch b verbunden. Kommt nun einmal b zur Wirkung, „so kann dieses, anscheinend ohne irgend welche Mittelglieder, insbesondere also ohne daß x wahrgenommen wird, a wieder wachrufen. Hier tritt also a scheinbar ohne Assoziationsursache im Bewußtsein auf".

Daraus folgt: „Aller Wechsel der Vorstellungen beruht, soweit er nicht durch direkte Sinneseindrücke bestimmt ist, auf der Assoziation, d. h. auf der ununterbrochenen Verflechtung, in welcher alle Dispositionen einmal gehabter und unserem Bewußtsein noch verfügbarer Vorstellungen mit einander stehen."

Darnach ist die Kontroverse zwischen *Höffding* und *Lehmann* über Assoziation und Wiedererkennen verständlich.

Höffding führt in einer Abhandlung „*Über Wiedererkennen, Assoziation und psychische Aktivität*" [1]) aus:

Um das *unmittelbare Wiedererkennen* zu erklären, nimmt

1) Vierteljahrsschr. f. wissensch. Philos. von Avenarius 1889. XIII S. 240 ff.

Digitized by Google

meine Hypothese nicht zwei nebeneinander bestehende Vorstellungen an, wie die Anhänger der Erwartungshypothese, sondern eine sog. Bekanntheitsqualität, die an einer reproduzierten Empfindung oder Vorstellung haftet. Es ist somit das unmittelbare Wiedererkennen ein Erinnerungs- und also ein Assoziationsvorgang, wenn man nicht unter Assoziation ausschließlich die Verbindung zweier selbständigen Vorstellungen versteht. Die Verschmelzung der Qualität mit der Vorstellung ist nicht im Bewußtsein erfolgt, wie bei der „freien Erinnerung", sondern unbewußt, und haben wir also eine „gebundene Erinnerung".

Dagegen A. Lehmann:[1])

Die neuere Psychologie führt alle Assoziationsgesetze auf zwei zurück: Es ziehen sich 1. gleichartige Vorstellungen an, 2. sich berührende, die miteinander in Konnex gestanden. Nun wird neuerdings eine weitere Reduktion der einen dieser Formen auf die andere versucht. Gegen Höffding, der mit den englischen Psychologen die Ähnlichkeitshypothese verteidigt, sucht Lehmann auf experimentellem Wege nachzuweisen, daß die „Berührungshypothese" allein zulässig ist. Daß nicht alle Assoziation durch Ähnlichkeit erklärt werden kann, ist schon von vornherein klar, denn welche Ähnlichkeit besteht zwischen dem Hund und dem Bellen, an das er mich erinnert? Die Ähnlichkeitshypothese „erhält nur eine Bedeutung, wenn man die Vorstellungen als unvergängliche Größen auffassen will, die auf ganz äußere Art sich aneinander heften, im Bewußtsein steigen und sinken. Wenn man dagegen festhält, daß die Vorstellungen Zustände sind, so führt die Annahme einer reinen Ähnlichkeitsassoziation mit Notwendigkeit zu ganz absurden Ansichten über die Vorstellungen und die Vorstellungsverbindungen."

Die Berührungstheorie erklärt das einfache Wiedererkennen durch ein Erinnerungsbild. Daß nun wirklich Erinnerung stattfindet, wurde experimentell gezeigt, insofern sich herausstellte, „daß sowohl die Differenz wie die Anzahl der Empfindungen, unter denen eine einzelne wiedererkannt werden sollte, Einfluß auf die Sicherheit des Wiedererkennens" hat. Ferner ist der Zeitraum zwischen dem letzten Auftreten im Bewußtsein und dem Momente, da dieselbe wiedererkannt werden sollte, von Bedeutung, sowie persönliche Entwicklung und Übung.

Ist die Konsequenz in dieser experimentellen Beweisführung nicht recht zwingend, so noch weniger in der monistischen Begründung, welche Lehmann für die Berührungshypothese gibt. Es soll nämlich leicht begreiflich sein, wie ein zentraler Nervenprozeß einen benachbarten.

1) „Über Wiedererkennen." Philos. Stud. 1888. S. 96.

Digitized by Google

den er mehrmal erregt hat, später wieder erregt, nicht aber wie ein ähnlicher einen ähnlichen nach sich zieht.

Näher erklärt sich A. Lehmann, in dem Aufsatze: „Kritische und experimentelle Studien über das Wiedererkennen".[1])

In der früheren Abhandlung hatte der Verf. nachzuweisen versucht, daß alle sog. Ähnlichkeitsassoziationen auf Berührung zurückgeführt werden können, daß eine Ähnlichkeitsassoziation ganz undenkbar sei; dagegen hält Höffding an der Ähnlichkeitshypothese fest und sucht sie durch das „Wiedererkennen" zu stützen. Nach demselben bleibt nach der Empfindung eine Disposition im Gehirn zurück; Versuche von Lehmann sollen dagegen dartun, daß das Wiedererkennen wirklich aus einem Vergleich resultiert in solchen Fällen, wo eine Normalempfindung, die so zu sagen als Maßstab für die Vergleichung angewandt werden kann, uns geläufig ist. Das Schlußresultat ist:

„1. daß die Dispositionstheorie die an und für sich unwahrscheinliche Hilfshypothese erfordert, daß das psychische Korrelat der größeren Leichtigkeit der Hirnbewegungen ein Empfindungselement sei; 2. daß die hierdurch erreichte Erklärung des unmittelbaren Wiedererkennens unnötig ist, weil dieses sich ebensowohl durch Berührungsassoziationen, die erregt werden, sich aber nicht über die Schwelle des Bewußtseins erheben, erklären läßt; 3. daß die Dispositionstheorie in solchen Fällen, wo die Wiedererkennung vorbereitet ist und dadurch tatsächlich verschiedene Formen annehmen kann, gleichzeitig einen zweifachen Vorgang des Wiedererkennens zuzugeben genötigt wird, während durch Selbstbeobachtung gar nichts dergleichen nachgewiesen werden kann; 4. daß es dagegen eine Reihe durch Experimente oder Beobachtungen nachgewiesener Tatsachen gibt, welche die Theorie nicht erklären kann. Die Berührungstheorie ist von diesen Übelständen frei."

Dagegen wieder H. Höffding.[2]) Gegen Lehmann verteidigt er seine Ansicht, daß das unmittelbare Wiedererkennen in der Mitte steht zwischen der einfachen freien Erinnerung (wie wenn man an eine Frau erinnert wird, wenn man ihren Mann sieht,) und dem Fall, daß ein früherer Eindruck einen späteren, wie z. B. bei der Kontrastwirkung, bestimmt.

Die Theorie Lehmann's wurde experimentell geprüft von E. A. M. Gamble und M. Whiton Calkins.[3])

---

1) Philos. Stud. 1891. 7. Bd. S. 169 ff.

2) „Zur Theorie des Wiedererkennens. Eine Replik" Philos. Stud. 1829. S. 86.

3) „Die reproduzierte Vorstellung beim Wiedererkennen und Vergleichen". Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1903. 32. Bd. S. 117.

Digitized by Google

Die modernen Theorien des Wiedererkennens lassen sich auf drei Gruppen zurückführen.

1° Lehmann behauptet, das Wiedererkennen beruhe auf assoziierten Vorstellungen, die mit der wiedererkannten zusammenfallen. „Der Beobachter sucht nach Assoziationen; können solche gar nicht gefunden werden, so ist die Empfindung dadurch unbekannt." Seine Berührungstheorie findet die Bekanntschaftsqualität in einer Reproduktion irgend welcher Vorstellung. 2° Nach Külpe und Titchener bildet ein angenehmer Komplex von Organempfindungen (Entspannung, Beruhigung) diese Qualität. 3° Die Bekanntschaftsqualität, ein ursprüngliches unzerlegbares Gefühl.

Die Verfasserinnen prüfen die Lehmannsche Theorie durch Gerüche, die von den Versuchspersonen als „bekannt", „unbekannt", „mit Assoziationen verknüpft" zu beurtheilen sind.

Gegen Lehmann spricht 1° daß zwingende „richtige" Assoziationen auch bei dem Bewußtsein der Unbekanntheit vorkommen. 2° Auch beim klaren Wiedererkennen fehlen solche Assoziationen. 3° Meistens folgen die Assoziationen dem Wiedererkennen nach. 4° Selbst bei verzögertem Wiedererkennen können reproduzierte Vorstellungen fehlen. Die Unbekanntschaft stellt sich den Versuchspersonen nicht als bloße Negation des Wiedererkennens, sondern als positiver Bewußtseinsinhalt dar. Lehmann legt dem Lautbilde des Namens eine hohe Bedeutung bei dem Wiedererkennen bei. Dasselbe ist indes für gewöhnlich nicht von solcher Wichtigkeit, „daß es die charakteristische Reihe von reproduzierten Vorstellungen abschlösse." Doch ist „der hohe suggestive Wert des Namens in den Resultaten sehr deutlich".

Und wieder prüften sie die Lehmannsche Theorie nach einer anderen Methode, welche dargelegt wird in dem Aufsatze: „Über die Bedeutung von Wortvorstellungen für die Unterscheidung von Qualitäten sukzessiver Reize." [1])

Die Ergebnisse der Versuche sind: „1. daß assoziierte Wortvorstellungen weder für das Bewußtsein der Gleichheit, noch für das der Verschiedenheit wesentlich sind, daß aber 2. bei Experimenten dieser Art solche Wortvorstellungen die Tendenz haben, das Bewußtsein der Verschiedenheit zu befördern, dagegen das Bewußtsein der Gleichheit zu verhindern". Damit wird Lehmanns Lehre von dem Einflusse der Wortvorstellung auf das Erinnern widerlegt, denn wenn das Bewußtsein der Gleichheit sie nicht bedarf, dann auch nicht das der Bekanntschaft.

1) A. a. O. 1903. 33. Bd. S. 161.

Digitized by Google

H. Cornelius[1]) wendet sich mit Recht gegen die physiologische Erklärung der Assoziation und der Erinnerung.

Er bemerkt: Die Übung oder was dasselbe ist, die Gewohnheits- oder Berührungsassoziation wird jetzt meistens physiologisch erklärt: Jede Nervenerregung alteriert die Struktur der Leitungsbahn, auf welcher sie sich fortpflanzt, in dem Sinne, daß diese Bahn ausgeschliffen und so einer ferneren Erregung weniger Widerstand entgegengesetzt wird. Da nun jede Erregung immer der Richtung des geringsten Widerstandes folgt, so muß der geübte Weg vor allen anderen bevorzugt sein. Aber auch abgesehen von der prinzipiellen Frage über den Wert physiologischer Erklärungen für psychische Erscheinungen, so wird in diesem Falle jedenfalls nicht ein minder bekannter komplizierterer Vorgang auf bekanntere, einfachere Tatsachen zurückgeführt. Eine psychologische Erklärung kann allerdings die Assoziationspsychologie nicht bieten, welche nur einzelne Empfindungen und Vorstellungen als Elemente alles psychischen Lebens betrachtet, statt von den konkreten Erlebnissen auszugehen, welche immer nur „Komplexe" aufweisen. Das Wiedererkennen von Gedächtnisbildern ist nun eine ursprüngliche Tatsache. In der Erinnerung treten Gedächtnisbilder von Komplexen auf, oder was bei analysierten Komplexen dasselbe ist, Komplexe von Gedächtnisbildern.

„Jede Erinnerung an einen früheren Inhalt als an einen zeitlich bestimmten kann nur dadurch zustande kommen, daß er als Teil eines Komplexes erinnert wird, in welchem er eben bestimmte Stellung zu den übrigen Gliedern einnimmt. Wenn also ein Gedächtnisbild nur als Teil des Gedächtnisbildes einer früher vollzogenen Analyse auftritt . . ., so ist damit nichts anderes gesagt, als daß auch die übrigen Teilinhalte jenes Komplexes in derselben Ordnung wie früher in Erinnerung auftreten. . . . Nichts anderes als den hier beschriebenen Sachverhalt bezeichnet man, wenn man davon spricht, daß eine Vorstellung eine andere durch Berührungsassoziation hervorruft."

Messen des Gedächtnisses.

Wir lassen nun die exakten Messungen des Gedächtnisses folgen zunächst W. Levy's, „Experimentelle Untersuchungen über das Gedächtnis."[2])

Paneth war auf Grund seiner 1500 Experimente inbetreff des

---

2) „Das Gesetz der Übung." Vierteljahrsschr. für wissenschaftl. Philosophie von Avenarius. 1895. S. 5.

2) Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. 1895. 8. Bd. S. 231 ff.

Digitized by Google

Einflusses der Zeit auf das Gedächtnis zu dem Ergebnisse gelangt, daß „die Schärfe des Gedächtnisbildes für ein Zeitintervall im Laufe von fünf Minuten nur um so wenig abnimmt, daß die Abnahme mit den angewandten Methoden nicht sicher erkannt werden kann. Dagegen fand Wolfe in seinen Untersuchungen über das Tongedächtnis,[1]) daß die Sicherheit des Wiedererkennens gehörter einfacher Töne bei zwei Sekunden am größten ist, von da, wenn auch nicht stetig, so mit scheinbar periodischen Schwankungen mit der Länge der verflossenen Zeit abnimmt. Was Wolfe auf dem Gebiete der Akustik statuiert hatte, wurde für die Lichtempfindung von A. Lehmann erwiesen.

Der Verf. nimmt nun die Experimente inbetreff von gesehenen Distanzen und Hautlokalisationen wieder auf. Auch er fand, daß mit wachsendem Intervalle die Größe des variabelen Fehlers zunimmt, die Treue des Gedächtnisses also für die Reproduktion einer gesehenen Raumstrecke mit der Größe der zwischen Empfindung und Reproduktion verflossenen Zeit abnimmt. Eine auffallende Übereinstimmung bekunden die zwei Versuchspersonen in ihrer größeren Sicherheit bei 2″ gegenüber 1″ Sekunde.

Inbezug auf Lokalisation von Hautempfindungen hatte Th. Ziehen bei Irren gefunden, daß wenn sie 15″ und darüber nach einem Nadelstich den Ort genau angeben sollten, sich erhebliche Fehler einstellten; ihr Lokalisationsgedächtnis schien also alteriert. Diese Versuche nahm Verf. an Gesunden und Irren wieder auf; dabei zeigte sich erstens „sehr bald, daß die Veränderungen des Sensibilitätsgedächtnisses bei den von mir verwendeten Geisteskrankheiten keineswegs so augenfällige Abweichungen von dem normalen Verhalten zeigen, daß wenige Kontrollversuche an geistig Gesunden genügt hätten, den Unterschied hervortreten zu lassen.“ Bei normalen Personen berührte er sodann mit einer gefärbten Nadelkuppe eine Stelle des Oberarms und ließ nach einigen Minuten sie fragen, wo die Berührung stattgefunden: die Entfernung von der gefärbten Stelle war ein Maß für die Fehlerhaftigkeit des Lokalisationsgedächtnisses.

Die zahlreichen Versuche ergaben nun, daß mit der Größe der seit dem Stich verflossenen Zeit „die Größe des mittleren Lokalisationsfehlers stetig zunimmt, und zwar beim Aufsteigen von 0″ zu 20″ zu 120″ etwa im Verhältnisse von 10 : 14 : 22. Daß auch bei weitgehender Fraktionierung der Versuchsreihen dieses Verhältnis annähernd ständig erhalten bleibt, spricht dafür, daß das erhaltene Resultat von Zufälligkeiten unabhängig ist, und eine größere Versuchsreihe wohl

1) Wundt's „Philos. Stud.“ Bd. 8.

Digitized by Google

kaum wesentlich verschiedene Resultate ergeben hätte." — Weitere an Irren angestellte Versuche lassen es dem Verf. mit Ziehen nicht unwahrscheinlich erscheinen, daß die Störung des Sensibilitätsgedächtnisses zur Diagnose der Geisteskrankheit bezw. ihres Fortschrittes dienen kann.

H. Ebbinghaus[1]) hat in sehr ermüdenden und Geduld fordernden Experimenten die Stärke des Gedächtnisses zu messen versucht. Um aber die Funktionen der Erinnerung von allen andern Momenten, welche ihre Leichtigkeit alterieren, namentlich die Assoziation der auswendig zu lernenden Vorstellungen, zu isolieren, gebrauchte er als Versuchsobjekt sinnlose Silben und bemaß die Stärke des Gedächtnisses aus der Zahl der Silben und aus der Zeit die zur Reproduktion notwendig war.

Als erstes Gesetz, dem er jedoch nur sehr individuelle Bedeutung zuerkennen will, fand er, daß eine Oszillation in der Leistungsfähigkeit des Gedächtnisses stattfindet, derart, daß dieselbe nicht stetig zunimmt, sondern, daß in derselben periodische Verstärkungen und Schwächungen auftreten.

Ich glaube jedoch, daß wir es hier mit einem Fundamentalgesetz des psychischen Lebens zu tun haben: ein periodischer Wechsel der geistigen Empfänglichkeit oder der ihr zugrunde liegenden psychophysischen Tätigkeit ist nicht nur an und für sich sehr wahrscheinlich, sondern wird auch durch eine bekannte Beobachtung außer allen Zweifel gestellt. Hängt man eine Taschenuhr in eine solche Entfernung vom Ohre, daß man ihren Ticktack nur soeben noch vernimmt, so wechseln ganz deutliche Perioden vollständiger Stille mit anderen des gehörten Ticktacks, welche nicht objektiver, sondern rein subjektiver Natur sind. Die Stille wird von einer momentanen Taubheit für schwache Eindrücke, durch eine Ermüdung des Organes oder der Geistestätigkeit verursacht. Es ist leicht begreiflich, daß für kompliziertere Vorgänge wie Auswendiglernen, die Ruhepausen wie die Arbeitszeiten von längerer Dauer sind, wie beim einfachen Hören. Neuestens hat man selbst die Periodizität der Aufmerksamkeit und der Gefühle, welche im allgemeinen schon von der alltäglichen Erfahrung konstatiert wird, mathematisch fixiert.

Eine Anzahl von Versuchen sollte finden, wie mit zunehmender Silbenzahl der zu memorierenden Reihen die Zahl der Wiederholungen zunehmen, welche zum ersten fehlerfreien Hersagen erfor-

1) Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie. Leipzig, Dunker und Humblot. 1885.

Digitized by Google

derlich waren. Die Zahl wächst unverhältnismäßig rasch. Während für 7 Silben ein einmaliges Durchlesen genügte, mußten

12 Silben 16 mal
16 „ 30 „
24 „ 44 „
36 „ 55 „

wiederholt werden.

Ganz anders gestaltet sich dieses Verhältnis beim Auswendiglernen von sinnvollen Gedächtnisstoffen. Es reichte eine 8 malige Wiederholung einer Stanze von 80 Silben hin, wozu bei sinnlosen Silben 70—80 Wiederholungen erforderlich gewesen wären.

Um zu finden, welche Festigkeit die Silbenreihen durch das frühere Auswendiglernen erlangen, wurde untersucht, wie viel Wiederholungen noch nach 24 Stunden nötig waren.

Er fand: Wurden Reihen von 16 Silben durch aufmerksames Wiederholen mehr und mehr dem Gedächtnisse eingeprägt, so wuchs die Arbeitsersparnis nach 24 Stunden annähernd proportional der Zahl jener ersten Wiederholungen. Dieses Anwachsen der Arbeitsersparnis hatte aber eine obere Grenze, über die hinaus die Wiederholungen nur noch wenig spätere Arbeit ersparen.

Einen Maßstab für das Vergessen erhielt der Verfasser dadurch, daß er bestimmte, wieviel Silben noch nach 1, 8, 24 . . . Stunden haften geblieben waren. Es ergab sich, daß eine Stunde nach Aufhören des Memorierens wieder die Hälfte der ursprünglich angewandten Arbeit, nach 8 Stunden wieder $^2/_3$ erneuert werden mußte, ehe die Reihen wieder hergesagt werden konnten. Nach 24 Stunden haftete noch $^1/_3$, nach 6 Tagen $^1/_4$ 2c. Das Vergessen ging also anfangs sehr schnell, später immer langsamer vor sich.

In betreff der Ausbildung im Auswendiglernen durch Übung fand er: Wurden Silbenreihen an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen jedesmal bis zum fehlerfreien Hersagen gelernt, so bildeten die sukzessiven Differenzen der erforderlichen Wiederholungen annähernd abnehmende geometrische Reihen. — Es kann nicht befremden, daß auch für Strophen eines Gedichtes dasselbe Gesetz gefunden wurde. Denn man begreift, daß die Übung in beiden Fällen die nämlichen Schwierigkeiten zu beseitigen hat.

Sehr interessant ist der Versuch, der dartun soll, ob auch ein Zusammenhang im Gedächtnisse zwischen denjenigen Silben sich bilde, welche nicht unmittelbar zusammenhängen. Wurde eine Gruppe, die bereits einmal fehlerfrei hergesagt worden war, ohne Veränderung der Silbenstellung nach 24 Stunden wiedergelernt, so betrug die

Digitized by Google

Arbeitsersparnis ca. 420 Sekunden, ungefähr $^1/_3$ der zum ersten Erlernen angewandten Zeit. Wurden jedoch 1, 2, 3, 7 Zwischensilben übersprungen, so betrug die Ersparnis nur 152, 94, 78, 42 Sek. Hierher gehören auch noch die Versuche, welche dartaten, daß die Umkehrung der Silbenfolge noch von Arbeitsersparnis begleitet war.

Schließlich macht der Verf. es aus dem Wiederaufleben von Zwischensilben noch wahrscheinlich, daß auch zwischen Silben, die nicht einmal ins Bewußtsein getreten sind, sich eine ähnliche Verknüpfung im Gedächtnisse herstellt, wie zwischen bewußten Silben.

Zw. Radowslawow-Habzbenkov teilt „Untersuchungen über das Gedächtnis für räumliche Distanzen des Gesichtssinnes“[1]) mit. Er führt aus:

Ebbinghaus fand für die Stärke des Gedächtnisses von erlernten und sinnlosen Silben innerhalb der Zeit von 19 Minuten bis 31 Tagen die Formel: $\frac{b}{v} = \frac{k}{(\log t)^c}$, worin b das Behalten, v das Vergessen bezeichnet. Das Vergessen nimmt darnach nicht einfach mit der Zeit, sondern mit deren Logarithmus zu. Auch für Töne innerhalb 1—120″ wurde von Wolfe ein logarithmisches Verhältnis gefunden: $r = \frac{kf}{\log t} + cf$. Über das Gesichtsgedächtnis stellten Baldwin und Shaw, dann Warren und Shaw Experimente an; auch sie bestätigten die logarithmische Abhängigkeit des Vergessens von der Zeit. Die Kurven fallen zuerst steil ab und werden dann der Horizontalen sich nähernd flacher. Speziell für Raumdistanzen stellten W. Levy und J. Crelikow Experimente an und auch sie bestätigten im allgemeinen das Resultat von Ebbinghaus.

Indem der Verfasser Schwellenbestimmungen von 1—60″ anstellte, gelangte er zu der Formel: $s = \frac{\log t}{k} + c$, worin t die Zeit, s den Schwellenwert, d. h. die eben noch erkennbare kleine Distanz, k und c Konstanten bezeichnen. Auch bei Versuchen mit tagelanger Zwischenzeit wurde das logarithmische Verhältnis beobachtet.

Der Verlauf des Gedächtnisses bewegt sich so, freilich durch verschiedene Nebenbedingungen — hauptsächlich auch Übung und Augenmaß — vielfach modifiziert, „zwischen dem idealen und absoluten Gedächtnis und geht vom ersteren in das letztere über, d. h. die Schwelle nähert sich bei den kleinsten Zeitintervallen dem eben merklichen Unterschied, erreicht aber mit Zunahme der Zeit eine gewisse, übergroße Differenz,

1) Philos. Stud. 1899. 15. Bd. S. 318.

Digitized by Google

welche, sowie alle größeren nach jeder Zeit erkannt werden". Ideales Gedächtnis ist ein solches, das einen eben merklichen Unterschied nach jeder Zeitdauer unterscheidet; absolutes dasjenige, welches größere Distanzen nach beliebiger Zeit erkennt. Bei 30" zum Teil auch bei 10" und vielleicht bei 50" ist das Gedächtnis stärker, was auf eine Periodizität vielleicht im Auf- und Niedertauchen des Erinnerungsbildes im klaren Bewußtsein schließen läßt. Werden in die Zwischenzeiten andere Eindrücke eingeschaltet, etwa Töne, so wird durch diese Ablenkung der Aufmerksamkeit die Gedächtnisschärfe nicht vermindert, sondern erhöht. Dies kommt wohl von einer Art Erholung, während durch das unausgesetzte Einwirken desselben Reizes Ermüdung eintritt.

Die Reproduktion erklärt der Verf. mit Wundt durch Assoziation, wobei freilich fast unbewußte Mittelglieder einwirken können; zum Wiedererkennen hält er die Übereinstimmung der ersten und zweiten Vorstellung nicht für hinreichend, sondern nimmt dafür ein besonderes „Gefühl" an, das allein die Sicherheit im Urteilen erklären könne.

Die ausführlichsten Untersuchungen über das Gedächtnis wurden angestellt von G. E. Müller und F. Schumann.[1])

Zusammenfassung der erhaltenen Resultate:

Die rhythmische Hersagung der zwölf durch eine rotierende Trommel vorgeführten sinnlosen Silben war für das Auswendiglernen derselben von entscheidendem Einfluß. Und zwar wurden regelmäßig zwei Silben trochäisch zusammengefaßt, was wohl mit der Eigenschaft der deutschen Sprache, die erste Silbe des Wortes zu betonen, zusammenhängt. Es wurden aber nicht alle Arsen gleich stark betont, sondern ein besonderer Iktus fiel unwillkürlich auf die erste, fünfte, siebente und neunte Silbe. Zugleich wurde damit die ganze Silbenreihe in zwei Hälften zerlegt, jedenfalls durch Atmungsverhältnisse bedingt. Denn die vom Pneumographen verzeichnete Atmungskurve, an welcher ein aufsteigender Ast einer Inspiration, ein absteigender einer Exspiration entspricht, steigt in der Zwischenpause zwischen zwei Wiederholungen der Silbenreihe steil an (einer kräftigen Einatmung entsprechend), fällt dann langsam ab bis zum Aussprechen der sechsten Silbe, steigt alsdann wieder steil an und fällt dann wieder ab bis zur zwölften Silbe. Darnach dürfte die „poetische Cäsur" den Bedürfnissen der Atmung entstammen.

Die Aufmerksamkeit ist insofern beim Memorieren von Einfluß, als nicht immer die ersten, sondern manchmal spätere Silben

1) Experimentelle Beiträge zur Untersuchung des Gedächtnisses. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1893. 11. Bd. S. 257.

Digitized by Google

der Reihe früher behalten werden, und wenn nach Erlernung der zweiten Hälfte die Aufmerksamkeit sich auf das Behalten der ersten richtet, jene wieder zurücktritt.

Der sensorische Grundcharakter des Gedächtnisses zeigte sich darin, daß bald der visuelle, bald der akustische Charakter vorherrschte; nur manchmal wurden die Silben auch rein mechanisch ohne Gesichts- oder Gehörsvorstellungen reproduziert. Auf eine Bevorzugung der letzteren weist der Umstand hin, daß vielfach nur der Vokal der Silbe reproduziert werden konnte; dieser hat aber nur akustisch etwas vor den Konsonanten voraus.

Assoziationen werden durch das Lernen gestiftet, nicht bloß zwischen den aufeinanderfolgenden Silben, sondern selbst eine nachfolgende zieht die vorhergehende, die Thesis eines Trochäus die Arsis nach sich, doch läßt sich daraus nicht sicher eine rückläufige Assoziation beweisen, da vielleicht der Teil das Ganze zu reproduzieren sucht. Nicht bloß eine unmittelbar folgende Silbe assoziiert sich mit der vorhergehenden, sondern es besteht auch die Tendenz, die an zweiter Stelle kommende nach sich zu ziehen. Leichter assoziieren sich zwei Silben desselben Trochäus, als wenn sie nicht demselben Takte angehören. Ferner bildet sich eine Assoziation zwischen Silben oder ganzen Takten mit einer bestimmten Stelle der Reihe. Desgleichen werden häufiger Silben einer bestimmten Stelle der zweiten Hälfte mit der nämlichen Stelle der ersten Hälfte verwechselt.

Schon darum können die Verf. dem Resultate von Ebbinghaus, daß die Ersparnis an Wiederholungen, welche bei der Erlernung einer Silbenreihe erzielt werde, „die Stärke der von Glied zu Folgeglied stattfindenden Verknüpfung" messe, nicht rückhaltslos beistimmen. „Werden Silbenreihen erlernt und nach bestimmter Zeit wiedererlernt, so erweisen sich die leichter erlernten durchschnittlich zugleich als die leichter wiedererlernten." „Bei der Neuerlernung von Silbenreihen, deren Bestandteile sämtlich oder teilweise schon in anderen vor kurzem erlernten Silbenreihen vorgekommen waren, machte sich die assoziative Hemmung vielfach hinderlich und störend geltend."

„Werden Silbenreihen, welche im trochäischen Rhythmus erlernt worden sind, im jambischen wiedererlernt, so fällt die Ersparnis geringer aus, als dann, wenn die Wiedererlernung gleichfalls im trochäischen Rhythmus stattfindet" und umgekehrt. Beim Erlernen neuer Reihen mußten um so mehr Wiederholungen (w) vorgenommen werden, je länger das Lernen schon gedauert: Versprechen und Ermüdung bewirkten, „daß w um so größer ausfalle, je höher die Ordnungszahl der Zeitlage ist". Der Einfluß der Übung trat sehr deutlich her-

Digitized by Google

vor, das Erlernen wurde immer leichter, wo nicht Ermüdung dazwischen kam.

Manche Silbenreihen werden von manchen Individuen leichter erlernt als dieselben Reihen von anderen. Es ergab sich aber, „daß die Abweichungen von einander, welche die bei einer und derselben Versuchsperson für verschiedene Silbenreihen ganz gleicher Art erhaltenen Werte von w zeigten, nicht ganz und gar nur individuelle Bedeutung besitzen, sondern zu einem, allerdings nur recht geringen Teile auch auf zufälligen Verschiedenheiten der ursprünglichen Bereitwilligkeit der Silbenreihen beruhen, welche für verschiedene Individuen sich in gleicher Richtung geltend machen."

Im Gegensatz zur Lernmethode früherer Forscher haben später G. E. Müller und A. Pilzecker durch die „Treffermethode" die Leistungen des Gedächtnisses experimentell untersucht. Sie wird in der Einleitung zu ihrer Schrift [1]) folgendermaßen schematisch skizziert.

„Angenommen z. B. es handle sich um die Aufgabe, den Einfluß der Wiederholungszahl auf die Assoziationen näher zu untersuchen, so können wir nicht bloß in der Weise verfahren, daß wir feststellen, welche Ersparnisse an Wiederholungen die mit verschiedener Häufigkeit gelesenen Silbenreihen nach Ablauf einer bestimmten Zeit z. B. von 24 Stunden, bei ihrer Erlernung ergeben (Lernmethode), sondern wir können auch in der Weise vorgehen, daß wir die betonten Silben jeder von der Versuchsperson (in trochäischem Takte) gelesenen Silbenreihe nach Verlauf einer bestimmten Zeit, z. B. von 24 Stunden, der Versuchsperson vorzeigen (oder mündlich angeben) mit der Aufforderung, zu jeder vorgezeigten Silbe die zugehörige unbetonte Silbe zu nennen. Alsdann wird die Versuchsperson im allgemeinen für eine Anzahl der vorgezeigten Silben die richtige Silbe nennen . . . Die bei den verschiedenen Wiederholungszahlen erzielten Prozentzahlen von Treffern gewähren uns eine Auskunft über den Einfluß, den die Wiederholungszahl auf die Assoziationen ausübt, die beim Lesen einer Silbenreihe von der betreffenden Länge zwischen zwei einem und demselben Takte angehörigen Silben gestiftet werden."

Die Methode besteht kurz darin, „daß man die Prozentzahl der Fälle ermittelt, in denen die Wiederholungen ohne weiteres zu einer fehlerfreien Reproduktion führen." Zugleich wurde auch ermittelt,

1) Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis. Von G. E. Müller und A. Pilzecker. Leipzig Barth. 1900. (I. Ergänzungsband zur Zeitschr. f. Psychol. u. Phys. der Sinnesorgane von H. Ebbinghaus und A. König).

Digitized by Google

„wie sich die Zeit verhält, die von dem Erkennen einer vorgezeigten Silbe bis zur Reproduktion der zugehörigen richtigen Silbe verfließt“: „Zeitmethode“.

In Übereinstimmung mit früheren Beobachtungen und allgemeinen Erfahrungen teils an Gesunden, teils an psychisch Gestörten, fanden sie durch ihre Beobachtungen folgende Sätze:

„Jede Vorstellung besitzt nach ihrem Auftreten im Bewußtsein eine Perseverationstendenz, d. h. eine im allgemeinen schnell abklingende Tendenz, frei ins Bewußtsein zu steigen. Diese Tendenz ist um so stärker, je intensiver die Aufmerksamkeit auf die Vorstellung gerichtet war, und steigert sich, wenn die betreffende Vorstellung oder Vorstellungsreihe sich sehr bald wiederholt. Bei häufiger Wiederholung kommt es leicht vor, daß die betr. Vorstellung oder Vorstellungsfolge lediglich infolge ihrer Perseverationstendenz zu solchen Zeiten ins Bewußtsein tritt, wo die anderweitigen dasselbe bestürmenden Faktoren nicht von besonderer Stärke und Nachhaltigkeit sind.“

Diese „Perseveration“ tritt als charakteristisches Phänomen bei Geistesstörungen — man denke an die Zwangsideen — auf: die Verf. haben den Ausdruck auch auf die verwandten Erscheinungen des normalen Seelenlebens übertragen. Hier zeigt sie sich schon im gewöhnlichen Leben: wenn man nach intensiver Beschäftigung mit einem Gegenstande denselben nicht los werden kann; nach mikroskopischen Beobachtungen kommen die Bilder immer wieder in vollster Realität vor die Augen. Die von Müller und Schumann zuerst nachgewiesene und von V. Steffens genauer beobachtete sog. „motorische Einstellung“ beruht auf dem gleichen Prinzip der Perseveration. Die öftere Wiederholung oder ununterbrochene Fortsetzung einer und derselben motorischen Tätigkeit hat zur Folge, daß eine Tendenz in subkortikalen motorischen Zentren entsteht, diese Tätigkeit automatisch zu wiederholen oder fortzusetzen. Auch bei psychologischen Versuchen fand Smith, daß Vorstellungen, welche im ersten Teile einer zu reproduzierenden Reihe gegeben waren, im Fortschritt der Reihe unwillkürlich wiederkehren.

Das Verlesen und Verschreiben beruht zu einem großen Teile darauf, daß eben gehörte, gelesene oder geschriebene Worte bleiben und die nachfolgenden stören. Die eigenen Versuche der Verf. zeigen dementsprechend, „daß bei manchen Versuchspersonen einzelne Silben oder Silbenpaare einer gelesenen Reihe sich in der dem Lesen nachfolgenden Zeit auch gegen Wunsch dem Bewußtsein aufdrängten“.

Ferner fanden sie, daß jüngere Silbenreihen mehr „reihenrichtige“ d. h. in der Reihe wirklich vorgenommene Silben lieferten als alte.

Digitized by Google

„Ohne die Annahme der Perseverationstendenzen dürfte es ganz unmöglich sein, die besonderen Verhältnisse der falschen Silben, die bei unserem Trefferverfahren erhalten werden, in befriedigender Weise zu erklären. Außerdem zeigt sich zugleich, daß bei vorsichtiger Berücksichtigung der erhaltenen Trefferzahlen u. a. m. die Zahlenverhältnisse der reihenrichtigen falschen Silben einen gewissen Anhaltspunkt dafür gewähren können, welche Stärke die Perseverationstendenzen der Silben der verschiedenen Reihenarten beim Vorzeigen besaßen."

Inbezug auf die Stärke der Tendenzen ergab sich:

„Ältere Assoziationen ergaben innerhalb gewisser Grenzen bei gleicher Trefferzahl längere Reproduktionszeiten als jüngere." „Unter einer Schar gleich alter überwertiger Assoziationen sind die schneller wirksamen zugleich diejenigen, welche ihre Überwertigkeit länger behalten."

Sie fanden auch zwei Sätze von Jostes bestätigt:

Daß wenn zwei „Assoziationen von gleicher Stärke aber verschiedenem Alter sind, alsdann eine Neuwiederholung für die ältere Assoziation einen höheren Verstärkungswert besitzt als für die jüngere." „Wenn zwei Assoziationen von gleicher Stärke aber verschiedenem Alter sind, alsdann fällt die ältere Assoziation auch langsamer in der Zeit ab."

Als wichtig ergaben sich die Perseverationstendenzen nicht bloß für die Assoziationen selbst, sondern sie fördern mächtig den Zusammenhang des geistigen Lebens überhaupt.

„Kurz die Stetigkeit eines über das unmittelbar Gegebene hinausgehenden Denkens und Handelns beruht zu einem wesentlichen Teile auf der Perseveration."

Dem müssen wir noch hinzufügen, daß sie die tatsächliche Widerlegung des modernen Momentsbewußtseins und momentanen Ich bildet. Sie beweist auch, daß es außer der aktuellen Seelentätigkeit noch ihr zugrunde liegende Energien, Fähigkeiten, Dispositionen der Seele gibt.

J. Cohn stellte „Experimentelle Untersuchungen über das Zusammenwirken des akustisch-motorischen und visuellen Gedächtnisses" an.[1])

Ein Buchstabe kann als gehörter Laut, oder als Sprachbewegung oder als geschriebene Form im Gedächtnis behalten werden. Bei dem einen Menschen ist mehr das eine, bei dem anderen mehr das andere

1) Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. 1898. 15. Bd. S. 161.

Digitized by Google

Gedächtnis entwickelt. Diese verschiedenen Gedächtnisse wirken auch zusammen und bedingen so die großen Verschiedenheiten des Erinnerungsvermögens. Versuche mit Buchstaben ergaben:

„1. Ein wesentlich mit akustisch-motorischen Bildern arbeitendes Gedächtnis wird durch Störungen akustisch-motorischer Art stärker beeinträchtigt, als ein hauptsächlich visuell verfahrendes. 2. Bei akustisch-motorischen Störungen tritt, wo die Anlage dies nur irgendwie möglich macht, das visuelle Gedächtnis helfend ein."

Ökonomie im Memorieren.

Von praktischer Bedeutung für das Auswendiglernen sind die Experimente von A. Jostes.[1]) Er führt aus:

Ebbinghaus (Das Gedächtnis. S. 122) hatte gefunden, daß es für das Auswendiglernen vorteilhafter ist, die Wiederholungen auf mehrere Tage zu verteilen, als auf einmal sehr vielmal das zu Erlernende zu wiederholen. Verf. fand das bestätigt und gibt folgende genauere Resultate: 1. Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so hat für die ältere eine Neuwiederholung größeren Wert. 2. Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so fällt die ältere in der Zeit weniger ab. Die Wirkung des ersten Gesetzes ergab sich aus der günstigen Wirkung der ausgedehnten Verteilung gegenüber der Kumulierung. Für die Praxis ergibt sich daraus: Haben wir uns einen Stoff auf längere Zeit fest einzuprägen, so ist es nicht ratsam, die Sache Stück für Stück zu lernen, sondern besser, den ganzen Stoff möglichst gleichmäßig im Gedächtnis fest werden zu lassen, also die Wiederholungen eines einzelnen Teiles ausgiebig zu verteilen.

Desgleichen die Experimente von O. Lippmann[2]).

Nach der Treffermethode fand sich:

„Jede Anzahl von Wiederholungen trägt um so mehr zur Erhöhung der Trefferzahl eines Stoffes bei, je geringer dieselbe zuvor war." „Je stärker eine Assoziation ist, um so mehr wird sie durch eine Neuwiederholung verstärkt." „Liefern zwei verschieden alte, gleich lange Reihen gleich viele Treffer, so wird die Zahl der letzteren durch Neuwiederholungen bei der älteren schneller vermehrt, als bei der jüngeren, allerdings nur, wenn der Altersunterschied mehr als $^3/_4$ Stunden beträgt." Daraus folgt das Gesetz: „Eine Neuwiederholung wirkt auf diejenige

1) Die Assoziationsfestigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung der Wiederholungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 14. Bd. S. 436.

2) Die Wirkung der einzelnen Wiederholungen auf verschieden starke und verschieden alte Assoziationen. A. a. O. 1904. 35. Bd. S. 195.

Digitized by Google

Assoziation am stärksten, die zu einer beliebigen Zeit vorher am stärksten eingeprägt worden war."

Aus diesen und ähnlichen Experimenten hat man nicht unwichtige Schlüsse für die zweckmäßigste Methode des Auswendiglernens gezogen.

So R. M. Ogden.[1])

„Der Einfluß der Geschwindigkeit auf die zwei Arten des Lernens (mechanisches und bewußtes) ist im allgemeinen dieser, daß bei langsamem Tempo ein bewußtes Lernen sich geltend macht, bei schnellem Tempo dagegen ein mechanisches." „Das einzige, allgemein gültige Resultat, das wir hinsichtlich der Lernzeit aufstellen dürfen, besagt, daß das bestemechanische Erlernen von sinnlosem Stoff sich bei unserem Verfahren in einem ziemlich bestimmten Tempo vollzog, wo die Sukzessionsgeschwindigkeit benachbarter Silben ungefähr 0,5" entspricht."

L. Steffens hat „Experimentelle Beiträge zur Lehre vom ökonomischen Lernen" geliefert.[2])

Gewöhnlich lernt man eine Strophe stückweise auswendig; Verfasserin fand aber, daß das Wiederholen der ganzen Strophe schneller zum Ziele führt; auch bei sinnlosen Worten ergab sich dasselbe. Bloß wenn irgend eine Stelle der Strophe besondere Schwierigkeit bietet, ist das Lernen im ganzen nachteilig, weil dann wegen der einen Stelle auch das Übrige mehr wiederholt werden muß. Freilich hat der Vorteil des Lernens im ganzen seine Grenzen: Verfasserin versuchte nur bis zu vierundzwanzigsilbigen Reihen der zwei neunzeiligen Strophen.

Das stückweise Lernen stiftet nämlich schädliche Assoziationen zwischen Anfang und Ende jedes Teiles, es verhindert so leicht gleichmäßiges Einprägen aller Teilstücke, die Assoziationen zwischen den einzelnen Bestandteilen sind schärfer als beim Lernen im Ganzen. Ob freilich es mit dem Behalten ebenso wie mit dem Erlernen sich verhält, ist eine andere Frage.

E. Meumann hat in seiner Abhandlung: „Über Ökonomie und Technik des Lernens[3])" entschieden das Erlernen im ganzen als das vorteilhafte an der Hand von Experimenten darzutun unternommen. Er betont die Vorzüge des Erlernens von sinnvollem Stoffe vor sinnlosen, verwirft die Mnemotechnik als ganz unökonomisch.

„Über die Bedeutung der Ähnlichkeit für das Erlernen. Behalten

1) Untersuchungen über den Einfluß der Geschwindigkeit des lauten Lesens auf das Erlernen und Behalten von sinnlosem und sinnvollem Stoffe. Archiv für die gesamte Psychologie von Meumann 1903. S. 93.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 22. Bd. S. 321.

3) Leipzig 1903.

Digitized by Google

und die Reproduktion" handelte P. Ranschburg auf dem I. Kongreß für experimentelle Psychologie. Wir werden später den Inhalt kurz referieren.

Eingehend behandelt Chr. Pentscher[1]) die Technik des Lernens.

S. Steffens hatte, indem sie nur die Zeitersparnis berücksichtigte, gefunden, daß das Lernen „im ganzen" vorteilhafter sei als das fraktionierte; genauer ist bei der Ökonomie des Lernens zu berücksichtigen: 1. der Zeitaufwand des Erlernens und Wiedererlernens, 2. der Arbeitsaufwand, 3. die Dauer und Treue des Behaltens. Pentscher fand die Resultate Steffen's bestätigt, stellte aber auch zugleich fest, daß sich die Frage leichter an sinnvollem als an sinnlosem Material entscheiden läßt.

„a) Das Lernen in Gruppen (T) ist bei sinnlosen Silbenreihen vorteilhafter als das im ganzen (G), welch letzteres aber sich bei sinnvollem Material als weit ökonomischer erweist als jenes .. b) Das Behalten ist bei den Versuchen mit sinnvollem Material für das G.-Lernen günstiger als für das T.-Lernen. c) und d) Bei allen Kindern wurden die Strophen akustisch-motorisch schneller und fester dem Gedächtnis eingeprägt als rein visuell."

Das Ergebnis ist, „daß die G.-Methode tatsächlich die ökonomischere ist, denn sie führt mit viel größerer Arbeitsersparnis und geringerem Zeitaufwand (in den meisten Fällen) zum Ziele; hauptsächlich ermöglicht sie ein leichteres Reproduzieren und festeres Behalten". Der einzige Nachteil der G.-Methode ist der Aufwand größerer Aufmerksamkeitsenergie, daraus folgt Ermüdung, Verlangsamung des Lerntempos, Verlängerung der Zeit des Lernens.

Die Ursachen, welche die Fraktionsmethode durchgehends unvorteilhafter machen, sind „Zerstörung des Zusammenhangs, hemmende Assoziationsbildungen, mangelhaft eingeprägte Übergänge, Vergessen bereits gelernter Abschnitte und dadurch entstehende Unlustwirkungen, Mechanisierung des Lernens ohne Vergegenwärtigung des Sinnes, ungleichmäßige Konzentration der Aufmerksamkeit und dadurch leichtere Ablenkung, ungleichmäßige Verteilung der Wiederholungen und endlich unsicheres Reproduzieren und Schwäche des Behaltens."

Auch P. Ephrussi, hat „Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis" geliefert.[2])

1) Untersuchungen zur Ökonomie und Technik des Lernens. A. a. O. S. 417.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 37. Bd. S. 56 ff. S. 161 ff.

Digitized by Google

Für sinnlosen Stoff ergab sich: Bei minderer Aufmerksamkeit verliert das Lesen mit gehäuften Wiederholungen seinen Vorzug vor dem Lesen im ganzen oder tritt gar hinter dasselbe zurück.

„1. Bei der Einprägung von sinnlosen Silben ist das Lesen mit gehäuften Wiederholungen im allgemeinen beträchtlich ökonomischer als das Lesen im ganzen. 2. Bei der Einprägung von Zahlen oder von Wort- und Zahlenpaaren führt eher das Lesen im ganzen zu besseren Resultaten."

„Bei jedem Lesen eines Lernstückes hat man zwei Wirkungen des Lesens zu unterscheiden. 1° Die Geläufigmachung der Glieder des Lernstückes in Beziehung auf Auffassen und Aussprechen. 2° Die Assoziierung der Glieder, die eigentliche Einprägung." Darum können drei Hauptsätze aufgestellt werden:

„1. Die Herstellung von Assoziationen zwischen den Gliedern eines einzuprägenden Lernstoffes beginnt wesentlich nur dann, wenn dieser Stoff einen gewissen Grad der Geläufigkeit besitzt resp. erreicht hat. 2. Ist der zu erlernende Stoff von ungeläufiger Art, so wird eine gewisse Anzahl von Wiederholungen darauf verwandt, denselben auf ein gewisses Niveau der Geläufigkeit zu bringen. Daraus ergibt sich, daß unter sonst gleichen Umständen von zwei zu vergleichenden Memoriermethoden im allgemeinen diejenige ökonomisch ist, bei der auf die Herstellung der für die Assoziationsbildung notwendigen Geläufigkeit eine geringere Anzahl von Wiederholungen verwandt wird. 3. Handelt es sich um einen der Versuchsperson in hohem Maße geläufigen Stoff, so wird der ökonomische Wert der von uns untersuchten Verfahrungsweise in erster Linie durch Faktoren bestimmt, die bei einem ungeläufigen Stoffe eine mehr sekundäre Rolle spielen z. B. durch die Anreizung welche die Aufmerksamkeit bei der benutzten Vorführungsweise des Lernstoffes erhält."

In bezug auf den Einfluß der Lesegeschwindigkeit auf das Einprägen ergab sich das Paradoxon: „Während das rasche Tempo bei der Prüfung des Einflusses der Lesegeschwindigkeit mittels des E-Verfahrens sich ökonomischer als die langsameren Tempi erwies, ergab bei Anwendung des T-Verfahrens (Trefferverf.) das rasche Tempo minderwertigere Resultate als die anderen Tempi." Es ergab sich ferner, „daß der Abfall der Assoziationen in der Zeit eine Funktion der Lesegeschwindigkeit ist." So erklärt sich nun das Paradoxon. „Dasselbe beruht in erster Linie darauf, daß zwar die Resultate T-(Treffer-) Methode, nicht aber auch diejenigen der Methoden der unmittelbaren Erlernung (E) von dem Abfall abhängig sind, den die Assoziationen bei fortschreitender Zeit erfahren."

Digitized by Google

Von allgemeiner Bedeutung ist E. Ebert's und E. Meumann's Abhandlung: „Über einige Grundfragen der Psychologie der Übungsphänomene im Bereiche des Gedächtnisses." Zugleich ein Beitrag zur Psychologie der formalen Geistesbildung. A. Wirkung einseitig mechanischer Übung auf das Gedächtnis. B. Über ökonomische Lernmethoden.

Die Annahme von verschiedenen Spezialgedächtnissen beruht nicht lediglich auf einer logischen Klassifikation, Zusammenfassung von verwandten Inhalten zu verschiedenen Gruppen, sondern stützt sich auch auf vier verschiedene Tatsachen: 1. die verschiedene Gedächtnisbegabung; 2. die Spezialgedächtnisse entwickeln sich beim Kinde in verschiedenem Alter; 3. pathologischer Ausfall von einzelnen Gedächtnissen; 4. Unabhängigkeit des allgemeinen Gedächtnisses von der Übung spezieller Gedächtnisse. Letzteres wird von Netschajeff u. a. behauptet, wird aber durch vorliegende Experimente widerlegt.

Da sowohl die Methode der Teilung des zu memorierenden Stoffes, als die „Gesamtmethode" Fehlern unterliegt, wurden noch zwei neue „vermittelnde" V-Methoden angewandt, welche die Vorzüge der G. und T. Methode zu vereinigen suchen. Es wurden Pausen eingeschaltet, einmal eine in der Mitte der Reihe, das andere Mal zwei, nach dem 1. u. 2. Drittel. Die Versuche stellten die Tatsache fest, „daß es eine allgemeine Gedächtnisübung gibt, daß es also unmöglich ist, irgend ein Spezialgedächtnis isoliert von der Totalität der Gedächtnisfunktion durch Übung zu steigern". Es ergab sich auch, „daß die allgemeine Steigerung des Gedächtnisses . . . bedeutend nachhaltig ist," auf mehrere Wochen sich erstreckt: „Ein Übungsverlust ist bei Erwachsenen nach 146 Tagen Pause noch nicht vorhanden."

Die Vorteile und Nachteile der verschiedenen Methoden gestalten sich folgendermaßen: „a) V-Methoden führen zum raschesten Neulernen und zu einem Behalten von mittlerer Treue. b) Die T-Methode führt zu einem relativ raschen Neuerlernen, aber unsicherem Behalten. c) Die G-Methode führt vielfach zu einem langsamen d. h. an Wiederholungen reicheren Neulernen, aber größter Treue im Behalten und Sicherheit in der Reproduktion. d) Der Fortschritt nach einer unserer Methoden ist in demselben Maße geringer, je mehr sich die betreffende Methode in ihren Resultaten der relativ besten Leistung nähert." Übrigens nähern sich bei langer fortgesetzter Übung im Lernen die psychischen Effekte der verschiedenen Lernmethoden einander an.

1) Archiv f. die gesamte Psychologen. 4. Bd. S. 1 ff.

Digitized by Google

„Die Vervollkommnung des Gedächtnisses trat in den Versuchen in folgender Weise zutage: 1. Das Neulernen geht in kürzerer Zeit und mit weniger Wiederholungen von statten. 2. Die Ersparnis von Wiederholungen beim Wiedererlernen nimmt immer mehr zu. 3. Die Möglichkeit, sich beim unmittelbaren Behalten nachträglich auf ausgefallene Eindrücke zu bestimmen, steigert sich beträchtlich. 4. Die Lernweise der Vp. ändert sich, indem einzelne Stadien des Lernprozesses zurücktreten, andere — namentlich das Stadium des Rhythmischlernens — an Bedeutung gewinnen. 5. Mit fortgesetztem Lernen verbessert sich nicht nur das Erlernen selbst, sondern es wird auch die ganze Summe der sekundären Begleitvorgänge des Lernens und die psychophysische Verfassung der Versuchsperson zweckmäßiger dem Lernen angepaßt."

„Der Wille zur Vervollkommnung des Gedächtnisses beherrscht allmählich immer entschiedener das ganze Verhalten der Vp." „Es ist daher der Wille oder der Entschluß, eine Vervollkommnung zu erreichen, ein absolut notwendiges Element des Übungsfortschritts." „Lustgefühle fördern die Arbeit des Gedächtnisses in hohem Maße, Unlustgefühle, eine wechselnde Stimmungslage und übermäßiger Aufwand von motorischen Spannungen hemmen die Arbeit des Gedächtnisses sehr stark." „Für das momentane Assoziieren ist der entscheidende Faktor Konzentration der Aufmerksamkeit . . . für das dauernde Behalten das Wiederholen der gleichen Tätigkeit unter gleichen äußeren und inneren Bedingungen;" das Behalten fordert nämlich Mitwirkung eines mechanischen Momentes.

„Als das eigentliche Mittel für die Erwerbung und Befestigung von Übungsdispositionen, die später wieder aufleben können, ist nach unseren Versuchen anzusehen: a) Die Steigerung der psychophysischen Erregbarkeit bei der erstmaligen oder wiederholten Tätigkeit selbst; b) die Summe der zeitlichen Faktoren: Die Dauer des Vorgangs und die Wiederholung."

Die Mitvervollkommnung (Mitübung) erstreckt sich nicht in gleicher Weise auf die übrigen Gedächtnisse, sondern sie scheint dem Gesetze zu folgen, daß „die speziellen Gedächtnisse genau in dem Maße durch Mitübung vervollkommnet werden, als sie auf Grund der Natur des Stoffes, der Lernmittel und der Lernweisen dem einseitig geübten Gedächtnis verwandt sind."

Zur Erklärung der Mitvervollkommnung bieten sich vier Möglichkeiten dar: a) Es gibt eine allgemeine Gedächtnisfunktion; b) die verwandten Spezialgedächtnisse werden mitgeübt; c) die Verbesserung beruht auf Verbesserung anderer Funktionen, der Aufmerksamkeit, Herbeiführung von Lustgefühlen, Beseitigung von störenden Gefühls-

Digitized by Google

lagen, Willensanstrengung usw.; d) es wird eine Lerntechnik durch Kunstgriffe erworben. Der Verf. sieht b) als die Hauptursache an, als sekundäre c) und d).

Daraus ergibt sich die Möglichkeit reiner formaler Bildung, abgesehen vom Inhalt.

Abnormes Gedächtnis.

Hier müssen wir noch einige außergewöhnliche Phänomene, welche das Gedächtnis zeigt, erwähnen und zwar zunächst

Die Paramnesie oder Erinnerungstäuschung.[1])

Es ist eine schon seit längerer Zeit bekannte und ziemlich weit verbreitete, aber erst in neuester Zeit eingehender untersuchte Erscheinung, daß jemand die Illusion hat, er nehme ein Ereignis, eine Gegend, eine Redensart zum zweiten Male wahr, während doch dies alles ganz neu ist. Diese Erinnerungstäuschung geht nicht etwa bloß auf die allgemeinen Züge des wahrgenommenen Objektes, sondern auf alle Einzelheiten, indem z. B. in einer Landschaft jeder Baum, jedes Blatt, jeder Schatten wiedererkannt wird. Die Erscheinung selbst beunruhigt den Beobachter, manche empfinden einen Druck in der Brust. Ein Besucher von Amsterdam glaubte, als er in den Straßen umherwandelte, alles schon gesehen zu haben. Ein anderer bemerkt eine Frau, die ihm entgegenkommt, die er aber wegen seiner Kurzsichtigkeit nicht erkennt. Da empfindet er eine Erschütterung mit dem Gefühle, sie schon einmal gesehen zu haben; er erwartet ihr Wiedererkennen, und wirklich erscheinen ihm ihre Kleidung und Züge vollkommen bekannt. Einem Kandidaten, der ein Geschichtsexamen bestand, kam es vor, als hätte er alle Fragen schon einmal gehört und zwar von demselben Professor, mit derselben Stimme, in demselben Saale.

Das letzte Beispiel ist sehr bezeichnend, die Bedingungen des Phänomens kennen zu lernen; der Student hatte sich offenbar überarbeitet und war geistig höchst erregt. Gewöhnlich tritt nämlich die Paramnesie nach übermäßiger Anstrengung des Geistes, nach Müdigkeit infolge eines langen Marsches, einer intellektuellen Arbeit ein. Sie scheint übrigens nicht pathologisch zu sein, jedenfalls kommt sie ziemlich häufig und zwar in jedem Alter, Stande, Geschlechte vor.

Die Erklärung des sonderbaren Phänomens ist nicht leicht. Anjel[2]) meint, in diesem Falle gingen Empfindung und Wahr-

1) A. Lalande, Sur les paramnesies. Revue phil. 1893. Nov. Dugas, Observations sur la fausse mémoire. Ebd. Jan. 1894. B. Bourdon, La reconnaissance des phénomènes nouveaux. Ebd. Dez. 1893.

2) Archiv für Psychiatrie. Bd. VIII.

Digitized by Google

nehmung getrennt vor sich, nicht wie gewöhnlich unmittelbar nach einander. Wenn der Geist sodann die Empfindung als lokalisiert und projiziert wahrnimmt, kommt ihm die Erscheinung schon bekannt vor.

Lalande hält diese Erklärung mit den einzelnen Vorgängen bei der Erscheinung nicht vereinbar und meint in der Schnelligkeit des Gedankenablaufes die Erklärung zu finden. Der Geist kann in wenigen Sekunden Gedankenreihen durchlaufen, welche sonst längere Zeiträume verlangen. Dazu kommt, daß uns nicht alle Empfindungen und Wahrnehmungen zum Bewußtsein kommen. Beides vorausgesetzt erklärt sich das Wiedererkennen z. B. einer neuen Landschaft. Wir erblicken zuerst ein Ganzes, dessen Teile der Geist anfangs nicht unterscheidet. Nun denken wir in kürzester Zeit an etwas anderes. Alsbald kehrt aber die Aufmerksamkeit zurück, so meinen wir die Landschaft schon gesehen zu haben.

Etwas mystisch wird Lalande's Erklärung von einem der Paramnesie analogen oder geradezu unter sie fallenden Phänomen: dem Vorhersehen. Er nimmt eine „telepathische", d. h. unbewußte Wahrnehmung an, die einer hyperaesthetischen Kraft, Gegenstände auf Entfernung zu durchschauen, entspringt. Wahr ist allerdings, daß Personen welche die klarsten Paramnesien haben, auch an häufigen Vorempfindungen leiden.

Dugas hält die Erinnerungsfälschung für einen besonderen Fall der Verdoppelung der Persönlichkeit, welche vielleicht eine Folge einer plötzlichen Autohypnotisierung sei. — Diese Erklärung mag in sich wahr sein, aber sie ist unzulänglich, denn sie führt Unbekanntes auf Unbekanntes zurück. Wir wissen noch weniger, was Verdoppelung des Ich und Autohypnose, als was Paramnesie ist.

Bourdon weist darauf hin, daß dem Erwachsenen kaum etwas ganz Neues vorkommen könne, aus einer partiellen Ähnlichkeit mit einem früheren Phänomen mache die Illusion eine vollständige.

Gießler gibt folgende Erklärung:

„Während im normalen Zustande des Bewußtseins ein inniger Zusammenhang besteht zwischen den einzelnen Eindrücken der Außenwelt und den an dieselben sich anschließenden Elementargefühlen, ist dieser Zusammenhang im Zustande der Paramnesie unter dem Einflusse einer Erregung in eigentümlicher Weise gelockert. Infolge einer Hemmung des Bewußtseins beschränkt sich dasselbe für Augenblicke vorherrschend auf das Innewerden der Erregung, während das Aufmerken auf die Eindrücke der Außenwelt dabei zurücktritt. Letztere sinken unter die Aufmerksamkeitsschwelle und üben auf die Aufmerksamkeit nur noch eine Gefühlswirkung aus. Einige Augenblicke darauf

Digitized by Google

kehrt das Bewußtsein wieder in den normalen Zustand zurück. Infolgedessen werden dieselben Eindrücke jetzt bewußt aufgefaßt und beharren oberhalb der Aufmerksamkeitsschwelle, begleitet von Elementargefühlen, welche denen im Bewußtsein von vorhin sich bereits vorfindenden ähnlich sind. Aus der Ähnlichkeit der Gefühle schließt aber das Subjekt irrigerweise auf die Identität der sie in beiden Fällen veranlassenden Eindrücke. Wenn nun unter den Eindrücken sich einer oder einige befinden, bei denen die mit ihnen richtig oder fälschlich identifizierten vorangegangenen Eindrücke wirklich einer früheren Vergangenheit angehören, so wird unter dem Einflusse einer Art von Autohypnotisierung der Gedanke des zeitlichen Auseinanderliegens bei dem Unterscheiden auch der übrigen, einander ähnlich erscheinender, Eindrücke in erster Linie verwendet. Es kommt dann dem Subjekte so vor, als hätte es das ganze Phänomen schon einmal erlebt, während es doch in Wirklichkeit nur einen oder einige Eindrücke früher erlebt hatte, welchen die gegenwärtigen ähnlich sind und welche nun gleichsam als einleitende Momente funktionieren." [1])

G. Heymans stellt die Paramnesie als „Fausse reconnaissance" auf eine Stufe mit der „Depersonalisation". Unter letzterer versteht er einen „momentan sich einstellenden, meistens auch schnell vorübergehenden Zustand, während dessen alles, was wir wahrnehmen uns fremd, eher Traum als Wirklichkeit zu sein scheint". Unter ersterer „einen ebenso schnell eintretenden und wieder vergehenden Zustand, während dessen wir das Gefühl haben, die Situation, welche wir in diesem Augenblicke erleben, schon einmal in einer weiten Vergangenheit, genau so, bis in alle Einzelheiten erlebt zu haben".

Durch Fragebogen stellte er fest, daß beide Erscheinungen einen Menschen charakterisieren, dem sie beide eigen sind, und daß dieser Typus sich „durch stärkere Emotionalität, ungleiche Gemütslage, zeitweiliges zu nichts Aufgelegt sein, unregelmäßiges Arbeiten und geringere Beanlagung zu mathematischen Studien" auszeichnet. Überall zeigte sich „eine zeitweilige Herabsetzung der psychischen Energie, also eine momentane Erschlaffung oder Einsenkung der Aufmerksamkeit".

Die Erklärung findet Heymans in einem „momentanen Ausbleiben oder abnorm schwach Sicheinstellen der das Bekanntheitsgefühl vermittelnden Assoziationen" [2])

Nach meinen eigenen Erfahrungen auf diesem Gebiete scheinen

1) Zeitschrift für Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane. 1894. S. 226.
2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1904. 36. Bd. S. 321 ff.

Digitized by Google

mir mehrere Momente in den angedeuteten Erklärungen durchaus zutreffend, andere dagegen dem Tatbestande nicht entsprechend. Es ist mir nur einige wenige Male das Phänomen vorgekommen, und schien mir die größte Ähnlichkeit mit einer anderen Illusion zu haben. Wenn ich nämlich im Wasserspiegel die Bilder der Bäume am Ufer erblicke, so tritt im Zustande der Zerstreuung oder, genauer gesprochen, momentanen Vergessens auf den bekannten Tatbestand, die Vorstellung auf, daß die Bäume nicht, wie sie es im Wasser doch sein müssen, nach unten gekehrt, sondern aufrecht stehen. Diese letztere Vorstellung kommt daher, daß sie gerade so mit der Spitze nach dem Himmel sehen, dagegen mit dem dickeren Stamme an der Erde haften, wie wir es gewöhnlich beobachten.

Ähnlich entsteht die Illusion des Wiedererkennens. Auch hier muß eine Art Zerstreuung eintreten, wie dies die genannten Forscher auch meist bei ihren Erklärungen annehmen und als Tatsache konstatieren, wenn sie geistige Überanstrengung und Ermüdung als Bedingung des Eintritts bezeichnen. Der Mangel an Aufmerksamkeit bezieht sich aber nicht auf das soeben Wahrgenommene, wie sie meistens annehmen, als wenn unter dem Einflusse der Unaufmerksamkeit das Gesehene wirklich dem Bewußtsein entschwände und dann zum zweiten Male erkannt und so wiedererkannt würde. Nicht soeben, sondern in entlegener, unbekannter, entfernter Zeit glaubt man, wie auch Gießler zugibt, den Gegenstand schon einmal gesehen zu haben. Die Unaufmerksamkeit dient vielmehr dazu, hier, wie bei allen Illusionen, die Verwechselung zu begünstigen. Bei jeder Illusion gewahrt man nur *einige* wahre Züge des Objektes, dieselben gestalten sich in der Phantasie zum vollen Bilde, das aber nicht mit dem wirklichen Objekte übereinstimmt. Einige Züge des jetzt Gesehenen stimmen mit den früheren überein. Die übrigen passen so gut dazu, alles stimmt so gut zusammen und zu dem von früher Bekannten, daß man meint, einen alten Bekannten zu sehen. Weil bei dem Blicke ins Wasser die Bäume im Verhältnisse zur Umgebung geradeso aussehen, wie wir sie in Wirklichkeit immer gesehen, vergessen wir das nicht Zutreffende. So übersehen wir auch beim falschen Wiedererkennen das Neue.

Dabei mag allerdings auch das *Gefühl* mitspielen: denn wenn das Wiedererkennen auch kein Gefühl ist, wie Lalande meint, sondern ein Urteilen, ein Vergleichen, so weckt es doch bestimmte Gefühle. Namentlich muß das Gefühl des Befriedigtseins entstehen, wenn wir bis aufs kleinste ein Ergebnis, einen Gegenstand wiedererkennen. Diese Befriedigung wird aber schon eintreten, wenn nur einzelne Züge

Digitized by Google

als alte Bekannte sich darstellen, und bei bestimmten geistigen Zuständen kann das Gefühl so lebhaft sein, daß es dem näheren Zusehen, wie eben in der Abspannung, zuvorkommt und eine vollständige Übereinstimmung des Jetzigen mit dem Früheren vortäuscht. Noch mehr wird das der Fall sein, wenn besondere Gefühle und Interessen an dem früher Gesehenen haften. Es wird auch dann gesehen, wenn nur Spuren von Ähnlichkeit da sind.

Unsere vorstehende Erklärung der Paramnesie setzt allerdings voraus, daß bei schärferem Zusehen und besserer Überlegung die Gedächtnistäuschung schwinden muß; ob nun aber unablegbare Täuschungen nach dieser Richtung vorkommen, kann ich aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial nicht entnehmen. Aber auch sie würden unsere Erklärung nicht umstoßen. Denn es gibt nicht nur ablegbare, sondern auch notwendige Illusionen. Bei normalen Menschen wird die illusorische Verwechselung bei näherer Prüfung des Wahrgenommenen beseitigt, bei starker Ausbildung der Illusion und Halluzination, wie sie besonders bei Irren aber auch bei Nichtgeistesgestörten vorkommt, kann die Verwechselung nicht abgelegt werden. Das phantastische Bild ist so stark, daß es den wahren Sachverhalt nicht erkennen läßt. So könnte es denn auch vorkommen, daß ein vergangenes Ereignis die Phantasie so stark beherrscht, daß das gegenwärtige, ihm einigermaßen ähnliche, gar nicht in seiner wahren Beschaffenheit erkannt werden kann.

Normale Erinnerungstäuschung.

Neuestens ist eine ganz normale Erinnerungstäuschung nachgewiesen worden.

Daß uns das Gedächtnis nicht selten im Stiche läßt, ist eine bekannte Tatsache: das Vergessen steht dem Erinnern gleichberechtigt oder überlegen gegenüber. Das ist keine eigentliche Täuschung: dieselbe tritt schon mehr bei der sog. Paramnesie hervor, da nämlich wo wir ein zum ersten Male Gesehenes bereits schon einmal gesehen zu haben vermeinen. Dieser Zustand ist aber kaum normal zu nennen. Eine eigentliche Fälschung der Aussagen über Erlebtes hat man bisher nur in der Lüge bezw. in Fahrlässigkeit und in pathologischen Störungen anerkannt.

Nun hat aber L. W. Stern[1]) durch experimentelle Untersuchungen ein „breites Gebiet der normalen psychologischen Er-

1) Zur Psychologie der Aussage. Experimentelle Untersuchungen über Erinnerungstreue. Berlin, Guttenberg. 1902.

Digitized by Google

innerungsfehler" gefunden, „das nach Umfang und Bedeutung bisher beträchtlich unterschätzt wurde". Er ließ eine größere Anzahl von Personen mehrere Bilder eine kurze Zeit (3/4 Minute) betrachten, und dieselben alsbald beschreiben (nach dem primären Gedächtnis) und sodann in verschiedenen späteren Zeiten, um das „sekundäre" Gedächtnis zu prüfen. Er faßt das Hauptergebnis seiner Versuche dahin zusammen:

„Diese normalen Täuschungen sind nicht etwa allein auf Rechnung affektiver Beteiligung oder suggestiver Beeinflussung zu setzen; vielmehr ist ein bestimmter Grad der Fehlerhaftigkeit von vorneherein als normales Merkmal auch der nüchternen und ruhigen, selbständigen und unbeeinflußten Durchschnittserinnerung zuzuschreiben. Die fehlerlose Erinnerung ist nicht die Regel, sondern die Ausnahme. — Und selbst der Eid ist kein Schutz gegen Erinnerungstäuschungen."

Die affektive Beteiligung der Betrachter war ausgeschlossen, da es sich nicht um wirkliche Vorgänge, sondern um tote Bilder handelte, die Beeinflussung durch die Isolierung der Personen und durch das Verbot sich über die Bilder gegenseitige Mitteilung zu machen. Eine Statistik der bei der Reproduktion begangenen Fehler ergab: Von den 10913 Aussagen sind 919 falsch; 8 1/2 % sämtlicher Angaben sind unrichtig. und zwar in den primären 5,8 %, in den sekundären 10 %. Die Zeit wirkt auf die Erinnerung nicht bloß schwächend. sondern auch fälschend, im Anfange in ziemlich regelmäßigem Tempo, indem jeder Tag die Fehlerhaftigkeit um etwa 1/3 % vermehrt. Das kann natürlich nur bis zu einem gewissen Punkte gelten, sonst würde bald alles gefälscht werden; je häufiger in der Zwischenzeit die Erinnerung aufgefrischt worden. um so weniger fehlerhaft erscheinen die Aussagen.

Die Geschlechter verhalten sich sehr verschieden inbezug auf die Erinnerung: „Die Frauen vergessen weniger. aber sie verfälschen mehr." „Die Vergeßlichkeit der Frauen verhält sich zu der der Männer wie 2 : 3, die Unzuverlässigkeit ihrer Aussagen aber wie 4 : 3."

Um den Wert beschworener Aussagen für juristische Zwecke zu prüfen, ließ der Experimentator 17 Herren und 6 Damen ihre Aussagen beschwören. Es ergab sich: 11 %, d. h. der neunte Teil des beeidigten Inhalts einer Aussage ist falsch, aber der Eid bessert doch die Zuverlässigkeit. „Der Rest, der unbeschworen bleibt — es ist der vierte Teil der Aussage — enthält prozentuell fast doppelt so viel Fehler wie der beschworene Teil." Besonders stark ist die Unzuverlässigkeit des Eides der Frauen: Der beeidigte Teil einer Männeraussage enthält durchschnittlich 2,1, der einer Frauenaussage dagegen 4,8 (also mehr als doppelt so viel) falsche Aussagen. Die Männer

Digitized by Google

verstehen sich schon zu weniger Beschwörbarem: „Die Männer bejahen 71%, die Frauen 83% der Aussage".

Unter den Ursachen der Erinnerungsfälschung nimmt die freischaffende Phantasie in Verbindung mit der Lückenhaftigkeit, Abgeblaßtheit der Erinnerungsvorstellungen, speziell die „Expansionstendenz" derselben dem Erinnerten gegenüber den Hauptplatz ein: Was von der fama gesagt ist: crescit eundo, gilt auch von dem Gedächtnis des einzelnen. Das Auffallende über das Durchschnittsmaß Hinausgehende wird schon mehr beachtet. Hierhin gehören die Gradsteigerungen, die Vergrößerung der Objekte, der Plural statt des Singular usw. Insbesondere glaubt der Verf. den Satz aufstellen zu können: „Der jeweilige Stand unserer Erinnerung ist die Resultante aus zwei entgegengesetzten Strömungen, indem das Durchschnittliche und Normale dem Nullpunkt der Vergessenheit entgegenzieht, oder von dem allgemeinen indifferenten Bewußtseinsbestand unseres Alltagsdaseins unwiederbringlich absorbiert wird — während das Abweichende, Abnorme in seinem Widerstande gegen das Vergessen- und Verschlungenwerden sich immer weiter von der Normalität entfernt." An diesen Expansionsfehlern haben wieder die Frauen einen besonders großen Anteil.

Über die Zuverlässigkeit der Aussagen von Kindern teilt ein Lehrer in der „Pädagogischen Zeitschrift" einige Beispiele aus eigener Praxis mit.[1])

Folgendes zeigt besonders frappant deren große Fehlerhaftigkeit: „Ein körperlich zu strafendes Kind erhielt vor dem Lehrpult drei Rutenhiebe. Zeuge war eine Klasse von 52 Kindern. Nach 5 Tagen stellte ich folgende Fragen: „»Wer hat gesehen, daß ich F. gezüchtigt habe?« (40 Kinder melden sich . . .) »Wann habe ich gezüchtigt?« (31 sagen den richtigen Tag.) »Zu welcher Stunde?« (26 sagen richtig aus.) »Wie viele Hiebe hat er bekommen?« (24 geben richtige Antworten.) »Hat sich F. bücken müssen, ehe er bestraft wurde?« (12 Kinder behaupten es fälschlich und zwar von den in den beiden vorderen Bänken sitzenden.) Über den Grund der Strafe erfolgten seitens 35 — acht verschiedene Aussagen;" woraus der Pädagoge den Schluß zieht: „Was Wahrnehmung und die Aussage darüber anlangt, so unterliegt es keinem Zweifel, daß Kinder hierin noch mehr irren als Erwachsene."[2]) Ein solches Resultat war übrigens von vornherein zu erwarten.

Instruktiver und für die Psychologie überhaupt belehrender sind

1) Kinder als Zeugen. 1901. Nr. 45.
2) Zitiert bei Stern a. a. O. S. 52.

Digitized by Google

die Experimente, welche der bekannte französische Psycholog A. Binet mit Kindern angestellt hat, wobei weniger die Treue des Gedächtnisses als die Beeinflussung der Antworten durch die Frage untersucht wurde.[1])

Er stellte die Verhöre so an, daß eine quantitative Bestimmung der Wirkung der Suggestion möglich war.

Im 1. Verhöre waren die Fragen so gestellt, daß eine falsche und eine wahre Antwort gleich möglich war. Je 11 Fragen wurden an 5 Kinder gestellt; die falschen Aussagen betrugen 27%. Im 2. Verhör legte die Frage die falsche Antwort näher; je 13 Fragen wurden an 11 Kinder gestellt: Fehler 38%. Im 3. Verhör wurden die Fragen falsch gestellt; statt sie zurückzuweisen, wurden von den 143 Fragen 62% falsch beantwortet. Es konnte sogar eine psychische Ansteckung unter den Kindern selbst beobachtet werden. Die Kinder wurden in Gruppen zu 3 verteilt, und jedes mußte alsbald nach der Frage antworten. Regelmäßig übernahmen einzelne die Führung der Gruppe, während die übrigen erst an zweiter oder gar dritter Stelle antworteten. Die beiden letzten Kategorien ahmten in der Hälfte der Fälle einfach die Führer nach.

Die Treue des Gedächtnisses untersuchte Binet bloß inbetreff der primären Erinnerung; die Befragung unmittelbar nach dem Anblicke vorgezeigter Gegenstände ergab bereits einen unerwarteten Prozentsatz an Fehlern: Von 24 Kindern wurden an jedes ungefähr 40 Fragen gestellt; von den Antworten waren im Durchschnitt 11, also 27% falsch; das am besten aussagende Kind gab 5, das am schlechtesten 14 falsche Antworten.

Man sieht, welche Bedeutung diese Ergebnisse für das praktische Leben, die zuerst besprochenen besonders für das Gerichtsverfahren, die letzteren für die Pädagogik haben.

Vielseitigere Resultate erzielte Stern später, indem er statt der früher verwandten Schwarzweißbilder farbige betrachten und beschreiben ließ, nicht bloß nach der Beobachtung während einer Minute und etwas später spontane Berichte geben ließ, sondern auch durch Fragebogen die Schüler 76 Fragen beantworten ließ, um die Aussagen zu ergänzen.

Er fand zunächst, daß 70% der Angaben richtig. 22% falsch, 8% unbestimmt waren; $^3/_5$ der richtigen Aussagen kommen auf die Fragebogen, $^2/_5$ auf die spontane Aussage, Fehler waren bei letzterer nur 6%, beim Verhör 33%. Weiter fand er Differenzen in der Rich-

1) La suggestibilité. Paris Alcan. 1900.

Digitized by Google

tigkeit der Aussagen in bezug auf die beobachteten Gegenstände (Personen, Sachen, Zahlen, Farben . . .) in bezug auf das Alter, Geschlecht u. s. w.[1])

Diese Ergebnisse sind gewiß sehr interessant und auch von praktischer Wichtigkeit, freilich nicht um die Zuverlässigkeit des Gedächtnisses überhaupt zu bestreiten, die wir auch ohne Experimente täglich ja stündlich erproben können, sondern sie mahnen zu großer Vorsicht bei Aussagen, welche sich auf das Gedächtnis stützen.

Übrigens hat A. Wreschner[2]) an den Ergebnissen Stern's mannigfache Kritik geübt und indem er die „Prüfungsmethode" anwandte, kurze Fragen beantworten ließ, wobei er die von Binet und Stern betonte Suggestion zu vermeiden suchte, günstigere Resultate erzielt. So stellten sich z. B. die Aussagen der Frauen nicht so ungünstig wie bei Stern. Maria Borst glaubt eine getreuere Aussage der Frauen wahrgenommen zu haben.[3])

Wunderbares Gedächtnis.

Bisweilen findet sich ein ganz erstaunliches Gedächtnis namentlich für bestimmte Gebiete, so besonders für Zahlen.

Wunderbares Zahlengedächtnis bei sonst nicht auffallender geistiger Beanlagung wird nicht selten beobachtet. Die italienischen Psychiater J. Quiccardi mit G. C. Ferrari[4]) und A. Binaker[5]) haben über einige solcher Individuen aus neuester Zeit eingehende Mitteilungen gemacht, nachdem sie dieselben einer wissenschaftlichen Untersuchung unterworfen. Am merkwürdigsten ist die Geschicklichkeit eines gewissen Zaneboni, über welchen Fraenkel[6]) nach den Mitteilungen jener Forscher folgendes berichtet:

Als Soldat war er auf den Strafposten am Eisenbahnhof zu Lodi abkommandiert worden. Um sich die Langeweile zu vertreiben, hatte er die daselbst aufgehängten Fahrpläne studiert, die Entfernungen von Ort zu Ort, die Ankunft und Abgänge der Züge, die Fahrpreise usw. für ganz Italien sich eingeprägt, was späterhin einen Teil des Programmes bei seinen öffentlichen Vorstellungen bildete.

1) Die Aussage als geistige Leistung und als Verhörsprodukt. Experimentelle Schülerunterſuchungen in „Beiträge zur Psychologie" der Aussage. 3. Heft. Leipzig 1904.

2) Archiv für die gesamte Psychologie von Meumann. 1904. 1. Bd. S. 143: „Zur Psychologie der Aussage".

3) S. unten.

4) Il calculatore mentale Zaneboni. Rivista di Frenel. 1897. S. 132 ff.

5) Su i calculatori mentali. S. 429 ff.

6) Zeitschrift f. Psychol. u. Physiol. d. S. 1898. 16. Bd. S. 314 ff.

Digitized by Google

Dieses Programm enthielt außerdem bis zur Zeit der Untersuchung noch folgende Gegenstände:

1. Von 227 Städten gibt Zaneboni die Einwohnerzahl und umgekehrt den Namen der Stadt an, deren Einwohnerzahl man ihm angibt. Durchschnittlich besteht die Zahl aus fünf Gliedern. Spricht man auch nur die zwei letzten Glieder aus, so nennt er die Namen aller der Städte, deren Endglieder sie enthalten. Nennt man ihm 5—6 Städte, so faßt er die Einwohnerzahl zu einer Zahlenreihe, nach der Reihenfolge der Städtenamen, zusammen — und spricht sie auf je drei Ziffer verteilt aus. Gibt man ihm die Stellung einer Ziffer in der Einwohnerzahl einer Stadt an, so nennt er den Namen der Stadt und alle übrigen Städte in gleicher Ziffer. Schreibt man in willkürlicher Mischung die Ziffern der Einwohnerzahl zweier Städte auf eine Schiefertafel, so findet er bald die Namen der betreffenden Städte heraus.

2. Die Experimente mit dem „Eisenbahn-Kursbuch". Zaneboni gibt die Entfernung einer Bahnlinie, nicht bloß in direkter Richtung, sondern auch auf den seltsamsten Umwegen und für jede einzelne dazwischenliegende Station an; dazu die Fahrpreise, die Art der Bahnzüge, der Bahnklassen, des Reisepublikums.

3. Von einer gegebenen Jahreszahl, unter Berücksichtigung der Schaltjahre, gibt Zaneboni sehr rasch und exakt die Tage, Stunden, Minuten und Sekunden an.

4. Er zieht 7stellige Quadratwurzeln jedweder Zahl aus und umgekehrt; ferner die Kubikwurzel einer 9stelligen Zahl, endlich die fünfte Wurzel einer 10stelligen Zahl.

5. Er spricht aus dem Kopfe eine Zusammenstellung von 256 Zahlen ununterbrochen schnell vor- und etwas langsamer rückwärts aus.

Nach der Vorstellung zeigt er keinerlei Ermüdung. Von Zaneboni's Körperbeschaffenheit sei nur bemerkt, daß er 1,72 m groß, etwas korpulent ist, braune kleine Augen, schwarzes Haar, eine stark gewölbte Stirn mit hervorragenden Augenbraunbogen, einen mesokephalen Schädel hat, daß er mit der Zunge etwas anstößt[1]) und leichte Gesichtszuckungen hat, übrigens aber gesund ist. — In psychischer Beziehung leistet Zaneboni außer auf dem Gebiete seiner Zahlen-

1) Als 3jähriges Kind war Zaneboni aus den Armen seiner Amme auf das Straßenpflaster mit dem Hinterkopfe aufgeschlagen und hatte eine starke Wunde davongetragen. Die nächste Folge davon soll eine langdauernde Betäubung und der Umstand gewesen sein, daß er 40 Tage lang die Zunge zwischen den Zähnen vorgestreckt hielt, — und soll sich von daher die Sprachstörung herschreiben.

Digitized by Google

künste nichts Besonderes, wie aus den an ihm vorgenommenen Prüfungen (test's) hervorgeht.

Dazu macht Fraenkel die Bemerkung:

„Alles in allem genommen gehört Zaneboni zu derjenigen Menschenklasse, die frühzeitig ein einseitiges Talent in sich wahrnehmen (schon als 10jähriger Knabe machte sich Zaneboni als Rechenkünstler bemerklich) und auf Kosten ihrer sonstigen psychischen Eigenschaften, Intelligenz usw. ausbilden, namentlich, wenn ein materielles Interesse zu dem inneren frühzeitigen Drang hinzutritt. Wunderbar ist ein solches hypertrophisches Gedächtnis nur dann, wenn es wie bei Gauß und Ampère mit anderen hervorragenden Geistesgaben verbunden ist; finden wir es doch auch bei Schwachsinnigen, ja bei völlig Blödsinnigen hier und da, namentlich da, wo es wie bei Zaneboni auf Schärfe des Gesichtes, weniger bei solchen Leuten, wo es auf Schärfe des Gehörs, wie bei Inaudi, beruht, der 25 ihm vorgesagte Zahlen auf einmal auffaßte und — in der Erinnerung behielt, was bei Zaneboni nicht der Fall ist. . . . Zur Erklärung des hypertrophischen Gedächtnisses für Zahlen dient die Voraussetzung, daß sich infolge von Übung ein Zentrum für Zahlen im Gehirn bildet und der Mensch, der sich dieser besonderen Kraftanlage erfreut, eine Leidenschaft dafür gewinnt, wie es für Musik und andere Dinge der Fall ist, wobei die anderen Anlagen überwuchert werden."

Auf dem I. Kongreß für experimentelle Psychologie wurde auch ein deutsches Wunderkind vorgeführt, was in bezug auf Zahlengedächtnis dem Italiener nicht nachsteht.[1])

Nach A. Weißl führt Inaudi, wie alle Rechenkünstler, seine Kunststücke durch Kunstgriffe sog. „Schlüssel" aus. Dadurch würde allerdings die enorme (Gedächtnisleistung etwas herabgedrückt.[2])

1) S. unten.

2) Vergl. Gaea 1905. S. 278 ff.

Digitized by Google

Zehntes Kapitel.

Zeitschätzung.

An die Experimente über das Gedächtnis schließen wir passend die über

Die Beurteilung von Zeitstrecken

an.

Wird ja doch von manchen Forschern die Richtigkeit der Beurteilung des Unterschiedes zweier Zeitintervalle auf die Treue des Gedächtnisses zurückgeführt. Die Experimente vergleichen nämlich ein Zeitintervall mit einer gegebenen Normalzeit; je nach dem Maße, in dem man das Urteil das richtige Verhältnis zwischen beiden Zeiten trifft, oder den Unterschied kleiner oder größer findet, ist die Zeitschätzung genau oder ungenau.

Es scheint aber doch von der Sicherheit des Gedächtnisses für den ersten Normalreiz abzuhängen, ob wir das richtige Verhältnis treffen. Manche erklären freilich die Sicherheit in der Beurteilung von Zeitstrecken anders. Wir müssen darum die verschiedenen Experimentatoren mit ihren Auffassungen vorführen.

„Untersuchungen über den Zeitsinn" hat Julius Kollert angestellt und in den Philosoph. Stud. von Wundt mitgeteilt:

In jeder einzelnen Versuchsreihe wurde zuerst die Normalzeit t durch die Schläge eines Metronomes angegeben, dann nach der Pause die Vergleichszeit D durch ein anderes verstellbares Metronom signalisiert. Es wurde zunächst D = t gemacht und ersteres etwas verkürzt oder verlängert, so lange, bis allen Reagierenden D kleiner oder größer als t erschien. Sodann wieder D so lange verändert, bis der Unterschied von t allen gleich Null erschien. Eine Versuchsreihe lautet:

Digitized by Google

Normalzeit	t =	0,400 Sekunden.						
Vergleichszeit	D =	0,400	0,380	0,350	0,320	0,350	0,380	0,4
Urteil		gleich	kleiner	kl.	kl.	kl.	kl.	gleich
Vergleichszeit	D =	0,400	0,423	0,447	0,476	0,500	0.536	0,5
Urteil		gleich	gl.	gl.	gl.	größer	gr.	gr.
Vergleichszeit	D =	0,476	0.477	0,400				
		gleich	gl.	gl.				

Diese und weitere Versuche führten zu dem Resultate, daß es eine Zeitdauer, den sogenannten Indifferenzpunkt gibt, welchen wir in der Erinnerung ganz genau schätzen, indes wir kleinere Intervalle zu groß, größere zu klein schätzen.

Bezeichnet man den Fehler, den wir bei der Schätzung eines in der Erinnerung reproduzierten Intervalls, z. B. eines Taktschlages, begehen mit $\triangle$, so ist

$$\triangle = a - b.e^{t},$$

in welcher Gleichung e die Basis des natürlichen Logarithmen-Systems (2,7183) a und b Konstanten bezeichnen, die durch die Versuchsreihen zu $a = 0{,}1021$, $b = 0{,}048$ ermittelt wurden. Soll $\triangle = o$ werden, so muß $t = 0{,}755$ gesetzt werden. Diese Zeit bezeichnet also den Indifferenzpunkt, der übrigens auch durch direkte Versuche ebenso groß gefunden wurde.

Auffallenderweise ergaben zwar die Versuche Vierordts gleichfalls einen Indifferenzpunkt mit Unterschätzung der Zeit über demselben und Überschätzung unterhalb desselben, aber dieser Punkt liegt bei ihm weit höher, nämlich zwischen 1,5 und 3,5 Sekunden. Noch auffallender ist die Erscheinung, daß in nicht wenig Fällen ganz anormale Resultate sich ergeben, nämlich $^1/_4$ der Versuche lieferten gerade da für $\triangle$ ein Maximum, wo in normalen Versuchen ein Minimum gefunden wurde.

Über beide rätselhaften Erscheinungen geben Aufschluß:

„Neue Versuche über den Zeitsinn" von W. Estel. Dieselben wurden mit einem etwas verbesserten Apparate und für längere Intervalle angestellt. Auch hier stellten sich wieder anormale Resultate zwischen den normalen ein; hier waren dieselben noch zahlreicher, am häufigsten aber gleichfalls bei den kleinsten Hauptzeiten.

Als das größte Intervall, welches man noch als einheitliches Ganze auffassen kann, ergaben sich 5 bis 6", an einzelnen Tagen einigen Beobachtern bis 8". Dieses Maximum steht im Zusammenhange mit dem Minimum, das der Beobachter zu schätzen hat. Bei Kollert hatten einige Beobachter das Intervall 1,2" für schwer schätzbar erklärt, allen war 1,5 schwierig, während Estels Beobachter

Digitized by Google

2,0 angenehm fanden, Mauritius fand die Grenzen der Beurteilungsmöglichkeit bei 4,5".

Woher diese Verschiedenheit? Von der Kontrastwirkung. Haben wir uns längere Zeit mit sehr kurzen Intervallen beschäftigt, so halten wir die darauf folgenden längeren für größer als sie sind. Das Maximum ergab sich für eine 4mal größere Zeit als das Minimum. Kollert begann mit 0",4, das Maximum betrug 1",5, Mauritius mit 1" und endete mit 4",5, Estel mit 1,"8 und endete mit 6",8.

Als Estel die abnormen Versuche zusammenstellen wollte, fand er, daß sie in 2 Gruppen zerfielen, die einen lieferten alle ein größeres $\triangle$ als die normalen, die andern alle ein kleineres. Ein Vergleich mit den jeweilig vorausgegangenen Versuchen zeigte, daß die Verkürzung der einen wie die Verlängerung der andern durch vorausgehenden Kontrast herbeigeführt worden.

Daraus ergibt sich das wichtige Resultat, daß auch unsere Zeitvorstellungen durch vorangegangene, dem gleichen Sinnesgebiete angehörige Eindrücke wesentlich bedingt sind, und zwar läßt eine kurze Zeit die nachfolgende noch länger erscheinen, eine lange verkürzt die nachfolgende kürzere noch mehr. Hier ist die Kontrastwirkung offenbar eine psychische, nicht eine physiologische, wie man vielfach z. B. beim Farbenkontrast glaubt.

Weiter ergab sich, daß „die Zeitschätzung nicht nur am eigentlichen Indifferenzpunkt am genauesten ist, sondern auch bei den Vielfachen desselben relative Maximen der Genauigkeit erreicht".

Dies weist auf die rhythmische Gliederung des zeitlichen Verlaufs unserer Vorstellungen hin. Der Indifferenzpunkt 0,727 könnte somit als die Zeiteinheit unseres Bewußtseins bezeichnet werden. Vielleicht hängt dieses Intervall mit der mittleren Schrittdauer beim Gehen ursächlich zusammen.

Die von Kollert aufgestellte Formel:

$$\triangle = a - b \cdot e^{t}$$

hat sich für höhere Intervalle nicht bestätigt, Estel schlägt folgende vor:

$$\triangle = a\,(t - D) - b\,\left(1 - \cos\frac{2\pi t}{D}\right)$$

worin D den Indifferenzwert von t bezeichnet.

Die hohe Lage des Indifferenzpunktes bei Vierordt (2,5 bis 3,25") mag durch seine Methode, der richtigen und falschen Fälle, sodann durch die Hereinziehung von Willensbewegungen beim Registrieren veranlaßt worden sein.

Mauritius glaubte in dem Zeitsinn gleichfalls das Weberſche

Digitized by Google

Gesetz nachweisen zu können; die vorliegenden Versuche bestätigen dies nicht; vielmehr zeigte sich, daß „die relative Unterschiedsschwelle, ebenso wie der mittlere Schätzungsfehler eine Funktion des Indifferenzpunktes ist".

Gegen mehrere der von Estel gewonnenen Resultate sowie gegen die Versuche selbst wurden nicht nur von Fechner Einwände erhoben, gegen die sich der Experimentator in der Abhandlung: „Über die Frage des Weberschen Gesetzes und Periodizitätsgesetzes im Gebiete des Zeitsinnes" kurz verteidigt, sondern auch ein Schüler Wundt's hielt es auf Anregung seines Lehrers für nötig, die Estelschen Versuche nochmals zu prüfen.

Max Mehner hat in der Abhandlung: „Zur Lehre vom Zeitsinn" seine desfallsigen Versuche und Resultate mitgeteilt.

Zunächst konnte er weit höher in der Schätzung der Intervalle hinaufgehen als Estel. Er faßte noch gut 12,"1 selbst in 10 aufeinanderfolgenden Versuchen auf, und nur der Mangel an Zeit hinderte ihn, noch längere Intervalle in den Bereich der Untersuchungen zu ziehen. Da er nun mit 0",7 begann, so erwies sich der Satz Estels, daß man nur 4mal längere Intervalle auffassen könne, als das Minimalintervall beträgt, als unzulässig; dessen Beobachter waren zu wenig geübt gewesen, um längere Intervalle zu beherrschen.

Diesem Mangel an Übung mag es auch zuzuschreiben sein, daß die Estelschen Schätzungsfehler weit größer sind als die Mehnerschen.

Nicht bloß von Estel und Kollert, sondern von allen früheren Beobachtern weicht Mehner darin ab, daß er nicht, wie diese, einen, sondern vier Indifferenzpunkte aufweist, nämlich nicht bloß bei 0",7, wo ihn auch Kollert, Estel, Wundt fanden, sondern einen zweiten bei 2,75, der dem Vierordtschen 2,7 ziemlich nahe kommt, einen dritten bei 3,55 und einen vierten bei 5". Außer diesen absoluten Minima fanden sich noch relative bei 6",4, 7",8, 9",3 und 10",65. Diese Zeiten sind aber fast genau ungerade Vielfache der niedrigsten Indifferenszeit 0,71. In den Zwischenzeiten steigt jedesmal der Schätzungsfehler bis zu einem Maximum, und fällt von da bis zum Minimum. Diese Maxima der Schätzungsfehler liegen bei 1",5 Normalzeit, 2",8, 4",2, 6",7 1, 8",55, 10", also bei Zeiten, die fast genau gerade Vielfache von 0,71, dem kleinsten Indifferenzpunkte sind. Oberhalb 11",4 scheint diese Periodizität aufzuhören, und der Schätzungsfehler wegen der wachsenden Schwierigkeit der Auffassung nur noch zuzunehmen.

Die Hälfte von 11",4 ist 5",7, und hier findet sich kein Maxi-

Digitized by Google

mum, während es bei 6″ liegt. Stellt man die Periode der Fehler graphisch dar, so hat die Kurve zwei Wendepunkte, nämlich bei t = 0,71 und in der Nähe von 5″; bei dem ersteren geht sie aus dem Positiven ins Negative über und verläuft darin, bis sie beim zweiten ins Positive tritt. Mehner also überschätzt kleine Zeiten bis 0″,7, mittlere von 0.7 bis 5″ unterschätzt er, während über 5″ liegende Zeiten wieder überschätzt werden. Dagegen hatten Estel, Wundt, Vierordt übereinstimmend gefunden: Kleine Zeiten überschätzen wir, große unterschätzen wir.

Fechner hatte auf einen konstanten Fehler hingewiesen, der darin liegt, daß stets die Fehlgröße (Vergleichszeit), nicht die Normalgröße abgeändert wird, und so immer letztere einseitig als Vergleichsmaßstab dient. Bei Gewichtshebungen läßt sich nun derselbe durch Umkehr der Reihenfolge eliminieren, bei der Zeitschätzung ist eine solche Umkehr unmöglich. Aber Mehner hat den Versuchen eine solche Anordnung gegeben, die es wahrscheinlich macht, daß auch bei Umkehr der Zeitfolge die Periodizität der einzelnen Elemente nicht alteriert wurde.

Nochmals hat Mehner die „Frage der Gültigkeit des Weberschen Gesetzes im Gebiete des Zeitsinnes" aufgenommen, zumal Fechner das Periodizitätsgesetz in der Weise damit vereinbar hält, daß die Verhältnisschwelle v bei wachsendem t zwar nicht absolut konstant bleibe, aber in größeren Intervallen immer wieder zu denselben Werten zurückkehre. Mehner findet dagegen, daß nach seinen Versuchen im Gebiete des Zeitsinnes das Webersche Gesetz keine Geltung hat, so lange für die einzelnen Elemente die Periodizität besteht; von 7″,1 an scheint es sich aber allmählich geltend zu machen, da von hier an die mittlere Unterschiedsempfindlichkeit konstant bleibt, und namentlich von 10″ bis 12″,1 die Werte von v eine große Konstanz zeigen.

Um eine genauere Vergleichung mit den Vierordtschen Versuchen zu ermöglichen, stellte Mehner auch noch Versuche nach der Methode der mittleren Fehler, welche Vierordt angewandt hatte. an. Aber auch diese Methode ergab keinen so hohen Indifferenzpunkt wie bei Vierordt, sondern wiederum 0,7, nur daß er etwas näher an 0″,8 gerückt war. Daß dies letztere Resultat lediglich von mangelnder Übung herrührte, ergab sich daraus, daß bei weiteren Experimenten diese Zeit wieder etwas verkleinert wurde. Auch die Schwankungen in den Vierordtschen Daten zeigen deutlich, daß er die Intervalle nicht zu beherrschen sich gewöhnt hatte. Ein weiterer Grund für die Erhöhung seiner Indifferenzzeit mag in seiner Methode

Digitized by Google

selbst liegen: Er sucht nämlich die Normalzeit durch Ausführung eines Taktschlages nachzumachen und letzteren zu registrieren. Daß dabei die Aufmerksamkeit vom Schätzen etwas abgelenkt und dieses ungenauer werden mußte, ist selbstverständlich.

Auch diese Methode bestätigte das mit der den Minimaländerungen gewonnene Resultat, daß größere Zeiten, von 5" und darüber, zu hoch geschätzt werden. Der Grund ist auch leicht einzusehen: wenn der zweite Schlag so lange auf sich warten läßt, langweilt sich der Geist, er hält das Intervall für sehr groß. Da dieses Resultat nach zwei Methoden erhalten worden ist, so wird die frühere Ansicht, welche Wundt und Vierordt teilten, hinfällig, die Ansicht, daß wir allgemein kleine Intervalle zu groß, große zu klein schätzen. Zugleich beweist die Übereinstimmung der Resultate, welche nach den zwei Methoden erhalten wurden, daß die Methode der mittleren Fehler recht wohl auf den Zeitsinn anwendbar ist.

Eingehend hat sich Meumann mit der Schätzung kleinster Zeiten beschäftigt. Er findet zunächst, daß die Stärke der Empfindungen, welche eine Zeitstrecke abgrenzen, von entscheidendem Einflusse auf die richtige Schätzung ist.

„Die Intensität der Empfindungen, welche Zeitintervalle begrenzen, ist für den Ausfall der Zeiturteile nicht gleichgültig." Die Erscheinungen „weisen auf das spezielle Gebiet des Rhythmus oder Taktes als Spezialfälle taktartiger Zeitauffassung hin . . . Die Tatsache der Zeitschätzung bei verschieden intensiven, qualitativen usw. Empfindungen weisen darauf hin, daß eine elementare Verwandtschaft des rhythmischen Eindrucks besteht, wenn ein Wechsel der Empfindungsverschiedenheit jeweils analoge Verhältnisse der Gleichheit und Verschiedenheit der Eindrücke einhält."

Genauer untersucht er die Ursache der Täuschungen.[2])

Werden zwei Zeitintervalle in der Erinnerung mit einander verglichen, so laufen in der Schätzung ihrer Dauer Täuschungen unter, die von der Ausfüllung der Zeitstrecken durch hineinfallende Eindrücke bezw. Leerlassung derselben abhängen. Meumann fand nun durch seine Experimente:

„Unsere Zeitschätzung ist in hohem Maße abhängig von der Art der Ausfüllung der Zeitstrecken. Diese Abhängigkeit äußert sich in ganz verschiedener Weise bei kleinen, mittleren und

1) Meumann Philos. Studien. 1893. Beiträge zur Psychologie des Zeitsinns. S. 264 ff.

2) E. Meumann, Beiträge zur Psychologie des Zeitbewußtseins. Philos. Studien. 1896. 12. Bd.

Digitized by Google

größeren Zeiten. Werden zwei different ausgefüllte Zeitstrecken mit einander verglichen, von denen die erste eine reizerfüllte, die zweite eine ‚leere', nur reizbegrenzte ist, so erscheint bei kleinsten und kleinen Zeiten die reizerfüllte größer wie die reizbegrenzte Zeitstrecke; bei großen Zeiten tritt das Umgekehrte ein, die reizerfüllte Zeit erscheint kleiner wie die reizbegrenzte. Zwischen diesen beiden Richtungen der konstanten Fehlschätzung unter dem Einfluß differenter Ausfüllung läßt sich fast immer eine Indifferenzzone nachweisen, innerhalb deren die different ausgefüllten Zeitstrecken gleich oder annähernd gleich erscheinen, innerhalb deren also weder Über- noch Unterschätzung einer von beiden Zeitstrecken herrscht. Diese Regel gilt streng nur von der Ausfüllung einer der verglichenen Zeiten mit diskontinuierlichen Empfindungen, ihre Anwendbarkeit auf die Vergleichung von Tonzeiten mit reizbegrenzten Zeiten ist noch zweifelhaft. Wird eine mit geistiger Arbeit ausgefüllte Zeit ihrer Dauer nach abgeschätzt (reproduziert), so wird diese viel zu kurz angegeben. Der Fehler scheint sich einerseits nach dem Maß der aufgewandten Aufmerksamkeitsenergie zu richten, andererseits nach dem Lustcharakter der Tätigkeit."

„Durch Ausfüllung einer von zwei verglichenen Zeiten mit einem oder mehreren Schall-, Licht- oder Tasteindrücken werden, wenn die andere Zeitstrecke bloß durch Reizbegrenzung hergestellt wird, kleinste bis mittlere reizerfüllte Zeiten (bis im Maximum reichlich 4,03) sehr beträchtlich überschätzt, bei mittleren verliert sich allmählich der Einfluß der Ausfüllung in dem Sinne, daß keine konstante Fehlschätzung nach einer Richtung mehr sichtbar ist, und die Wirkung der differenten Ausfüllung zeigt sich uns in einer Vergrößerung beider Schwellen. Bei größeren Zeiten (mindestens bei 8—10,3) tritt ein Umschlag des Urteils ein, so daß die reizbegrenzten Zeiten überschätzt werden. Die Zahl der ausfüllenden Eindrücke ist für den Effekt der Zeitausfüllung nicht gleichgiltig. Ihr Einfluß dürfte am stärksten sein bei kleinen Zeiten." Im allgemeinen wächst wohl die Überschätzung mit der Zahl der Eindrücke. Auch die Indifferenzzone tritt bei größeren Zeiten später ein, wenn mehr Eindrücke angewandt werden. „Die Ausfüllung einer der verglichenen Zeiten mit kontinuierlichen Empfindungen (z. B. Tönen) gibt im allgemeinen dasselbe Resultat . . Alle ‚Täuschungen des Zeiturteils' gelten streng nur, wenn die künstliche Zeitausfüllung bei der vorausgehenden Zeit angebracht wird. Die Wirkung, welche irgend eine Art der Zeitausfüllung in der zweiten Zeitlage auf das Zeiturteil zeigt, ist fast immer von der bei erster Zeitlage der Ausfüllung verschieden, häufig ist sie gerade die entgegengesetzte. Aus diesen und andern im Vorigen entwickelten Gründen muß man

Digitized by Google

annehmen, daß die Anbringung der Ausfüllung bei der ersten oder zweiten von zwei verglichenen Zeiten zwei psychologisch verschiedene Tatbestände bezeichnet."

„Das Gebiet der Schallempfindungen weist in seinen rhythmischen Verhältnissen eine Reihe von eigentümlichen Täuschungen des Zeiturteils auf. Objektive oder subjektive Rhythmisierung der Schalleindrücke, die nur bei kleinen Zeiten inbetracht kommt, verhält sich bei diesen antagonistisch zur Überschätzung der erfüllten Zeit. Objektive Rhythmisierung beweist einen um so stärkeren Rückgang der Überschätzung dieser Zeit, je lebhafter, ästhetisch wohlgefälliger und strenger der Rhythmus ist, und je mehr er die Vorstellung der Beschleunigung mit sich bringt." Ähnlich wirkt wohl auch der subjektive Rhythmus, der unwillkürlich in gleichförmige Bewegungen vom Hörenden gelegt wird.

Auch F. Schumann[1]) hat die Zeitschätzung experimentell geprüft, und tritt durchgängig in starken Gegensatz zu Meumann. Er macht die Bemerkung, daß er bei Durchmusterung der vorliegenden Beobachtungen über den Zeitsinn, weil in methodischer und technischer Hinsicht mangelhaft, eine große Unsicherheit der Resultate konstatieren mußte, brauchbar erwies sich ihm nur die Methode der richtigen und falschen Fälle, sowie die der mittleren Fehler.

„Die Methode der Minimaländerungen ist unbrauchbar, da zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Intervalle nach öfterer Wiederholung einander gleich zu werden scheinen, auch wenn ihre Differenz anfangs subjektiv deutlich merkbar ist (Mach)". Untersucht wurden Zeitintervalle von 0,15—2,0 Sek. In Übereinstimmung mit Mach ergab sich ein Maximum der Schätzungsfähigkeit kleiner Zeitintervalle bei 0,3 bis 0,4 Sek., „und zwar erwies sich die Unterschiedsempfindlichkeit hier so groß, daß das Verhältnis des eben merklichen Unterschiedes zur Normalzeit bei einer Versuchsperson sogar nur 0,022 betrug." Von einer Überschätzung kleiner Zeiten war für gewöhnlich nichts zu bemerken.

In einem späteren Aufsatze führt er aus:[2])

Hierüber liegen sehr verschiedene Angaben der Experimentatoren vor. Mach z. B. fand Zeitintervalle von 0,3—0,4" am besten beurteilbar, Wundt und seine Schüler solche von 0,7, Vierordt noch größere. Der Verfasser hielt die dabei gebrauchten Apparate und Methoden für ungenügend und glaubt auf Grund fremder und eigener

1) Über die Unterschiedsempfindlichkeit für kleine Zeitgrößen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1891. 2. Bd. S. 294.

2) Über Schätzung kleiner Zeitgrößen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 4. Bd. S. 1.

Digitized by Google

Versuche, daß die Einstellung der Aufmerksamkeit von wesentlicher Bedeutung für die Zeitschätzung sei; da es von der Spannung, Überraschung, Erwartung abhängt, ob eine Bewegung als langsam, sehr langsam, schnell beurteilt wird. Übrigens fand auch er 0,3 bis 0,4" als günstige Schätzungszeit. Mit Münsterberg hält er es für möglich, daß der Rhythmus der Atembewegung dem Urteil als Stütze dient.

F. Schumann will freilich nur eine vorläufige Theorie der Zeitwahrnehmung geben. Eine eigene Vergleichstätigkeit selbst beim Urteilen gibt er mit Stumpf nicht zu; der Vorstellungskomplex drängt sich von selbst auf. Darnach kann man von einer unmittelbaren Beurteilung der Dauer und Aufeinanderfolge reden, im Gegensatze zu W. L. Stern, der die Identität beim eigentlichen Gedächtnis eine erschlossene und nur beim primären eine unmittelbar erlebte nennt. Mit Stern nimmt er dagegen eine ausgedehnte Präsenzzeit an, und verwirft den Zeitmoment überhaupt. Auch die „Gestaltsqualitäten" werden eingehend widerlegt.[1])

In einer weiteren Abhandlung: „Zur Schätzung leerer von einfachen Schalleindrücken begrenzter Zeiten"[2]) verteidigt und begründet Schumann weiter seine Auffassung, daß das genaue Urteil über leere Zeitintervalle kein unmittelbares ist, sondern durch Einstellung der Aufmerksamkeit vermittelt wird. Die Anspannung der Aufmerksamkeit wechselt zwischen den drei Signalen, welche zwei Zeitintervalle begrenzen. Die Erwartungsspannung verlängert das Intervall, die Überraschung verkürzt es.

Er widerlegt die Einwände Meumann's, gibt aber zu, daß noch andere Faktoren das Zeiturteil beeinflussen können.

Ganz ausführlich hat Schumann seine Auffassung der Zeitschätzung in seinen „Psychologischen Studien"[3]) dargelegt, und gegen falsche Auffassungen und Einwände verteidigt.

Er kann nicht finden, daß noch ein Bewußtsein vom ersten Eindruck vorhanden ist, wenn der zweite Eindruck damit verglichen wird. Er muß allerdings nachwirken; „aber es ist nicht gesagt, daß diese Nachwirkung in einer bewußten Vorstellung besteht, vielmehr genügt es

1) Zur Psychologie der Zeitanschauung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 17. Bd. S. 106.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 18. Bd. S. 1 ff.

3) Beiträge zur Psychologie der Zeitwahrnehmung. 2. Abteil. 1. Heft. S. 1—14 u. Zur Schätzung leerer von einfachen Schalleindrücken begrenzter Zeiten. S. 63—111.

Digitized by Google

durchaus an eine physiologische (bezw. unbewußt psychische) Nachwirkung zu denken".

„Wir haben wenigstens mit der Möglichkeit zu rechnen, daß es eine direkte Wahrnehmung der Bewegung gibt, d. h. daß die einer Gruppe unmittelbar aufeinanderfolgender Stadien des bewegten Gegenstandes entsprechende Gruppe von Eindrücken eine besondere Wirkung, das Bewegungsurteil, zu erzielen vermag."

Darum sind die Gestaltsqualitäten von Ehrenfels überflüssig. Denn „ein einheitliches Ganze bilden heißt in erster Linie als Ganzes wirken, als Ganzes die Vorstellungsproduktion, das Gefühl beeinflussen. Dabei sind die Wirkungen des Komplexes nicht gleich der Summe der Wirkungen der einzelnen Elemente, sondern der Komplex hat seine eigenartigen, nur von den Relationen der Elemente abhängige Wirkungen. Weshalb aber solche Wirkungen nicht auch ein Komplex aufeinanderfolgender Bewußtseinsinhalte sollte hervorrufen können, wüßte ich nicht."

Wenn zwei Töne nach einander gehört werden, so behauptet Schumann, „daß von dem Komplex der beiden Tonempfindungen eine besondere Wirkung ausgeht, welche verschieden ist, je nachdem die zeitliche Distanz größer oder kleiner ist".

Entschieden weist Schumann das Mißverständnis Wundt's zurück, er habe in der Einstellung der sinnlichen Aufmerksamkeit die eigentliche Zeitvorstellung erblickt. „Ja wo in aller Welt habe ich denn einen so verzweifelt gescheiten Gedanken ausgesprochen?"

Sehr ausführlich widerlegt Schumann die Einwände Meumann's und dessen eigene Theorie von der Zeitanschauung. „Insbesondere hat er auch nicht den geringsten Versuch gemacht, mit Hilfe seiner Annahme der unmittelbaren Zeitschätzung irgend welche Versuchstatsachen zu erklären. Im Gegenteil hat er bei jedem bisher gemachten Erklärungsversuch sich auf mittelbare Kriterien gestützt."

Schumann hat im graden Gegensatz zu Meumann „durchaus keine irgend welche Tendenz zur Unterschätzung der intensiv begrenzten Zeit entdecken können."

Darum glaubt er, daß seine Ausführungen genügen werden, um die Ansicht, daß mindestens das feinere Zeiturteil auf mittelbaren Kriterien beruht, sicher zustellen. Er gibt aber zu, daß noch andere bisher nicht genugsam erforschte Faktoren dabei mitspielen.

M. L. Nelson[1]) sucht durch rasch aufeinanderfolgende Lichtblitze festzustellen, wie die Teilung der Zeit die Schätzung ihrer

1) The effect of subdividing on visual Estimate of time. Psychol. Review. 1902. IX. 437–459.

Digitized by Google

Dauer beeinflußt. Indem er die Blitze jede halbe Sekunde einsetzen ließ, wurde die geteilte Zeit ($^1/_2$, 1, 2, 4, 6, 10 Minuten) kürzer geschätzt als die ungeteilten, wenn letztere vorausging und die geteilte folgte: bei der kleinsten Strecke ($^1/_2$) 80%, bei der größten 10′ fast 0. Geht die geteilte Strecke voraus, so findet bald eine Überschätzung, bald Unterschätzung statt. Eine Zwei-, Drei-, Vierteilung innerhalb 3—60 Sekunden verursachte eine Unterschätzung, was mit den Ergebnissen Meumann's nicht übereinstimmt.[1])

M. Hüttner hat folgende Sätze über Zeitschätzung auf Grund seiner Experimente aufgestellt:

1. Die wirkliche Zeitschätzung lehnt sich an bestimmte Empfindungen und Vorstellungen an. 2. Eine Vorstellung von bestimmter Dauer können wir nur innerhalb der Zeit von 0,5—2″ unmittelbar mit einer zweiten nach Dauer exakt vergleichen. Es gelten dabei die allgemeinen Gesetze des Vergleichens zweier Sinneseindrücke; die relativen Unterschiedsschwellen entsprechen im allgemeinen dem Weber'schen Gesetze. 3. Bei kürzeren und längeren Zeiten wird das Zeiturteil durch besondere Empfindungsverhältnisse beeinflußt: a) bei kurzen Lichtreizen treten die Erscheinungen des An- und Abklingens so hervor, daß viel längere Empfindungen angenommen werden. Kurze, durch kein Intervall getrennte Schalleindrücke werden zusammengefaßt; die subjektive Rhythmisierung der in das Gesamtbild eingehenden Teilstrecken hat auf die Zeitschätzung Einfluß; b) bei längeren Zeiten wird durch ein sekundäres Empfindungsmoment die Zeit in bequem aufzufassende Strecken zerlegt. 4. Der Indifferenzpunkt der Zeitschätzung, die Überschätzung kleiner und Unterschätzung großer Zeiten sind Eigenschaften nicht der Zeitschätzung, sondern der Zeitproduktion.[2])

K. Dunlap stellte Versuche über die Zeitschätzung bei auf einanderfolgenden Tasteindrücken an.[3])

Ein elektromagnetisch bewegter Korkhammer drückte 1. dreimal mit derselben Intensität auf dieselbe Hautstelle. 2. Die erste und letzte Berührung fand an verschiedenen Stellen statt. 3. Die letzte Berührung war intensiver oder weniger intensiv in Zwischenräumen von $^1/_2$ Sekunde. Im 1. Falle wurde das erste Intervall überschätzt;

1) Vergl. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1903. 32. Bd. S. 304.

2) Zur Psychologie des Zeitbewußtseins bei kontinuierlichen Lichtreizen. Beiträge zur Psych. und Philos. von Martius, 1902. Referat in Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1903. 33. Bd. S. 317 f.

3) Tactual time Estimation. Psychol. Rev. Referat in Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 34. Bd. 1904. S. 303.

Digitized by Google

im 2. und 3. erschien das Intervall mit ungleicher Begrenzung länger als gewöhnlich. Daraus schließt der Verf.:

1° Die Länge eines Intervalls wird nach der Summe der Veränderungen im Empfindungskomplex geschätzt. 2° Der konstante Fehler ist bestimmt durch zwei entgegengesetzt wirkende Faktoren: den Zeitverlust durch Änderung der subjektiven Einstellung am Anfange des zweiten Intervalls, und die verkleinernde Wirkung der zeitlichen Perspektive.

Von der Schätzung kleinster Zeitstrecken ist die Schätzung längerer Zeitabschnitte die Termineingebung zu unterscheiden, ist aber auch damit in Zusammenhang gebracht worden. So von K. Groß.[1]) Er bemerkt:

Die Zeitschätzung findet sich bei Menschen und Tieren. Bei ersteren zeigt sie 1. ein Bestimmen der Stunde, in der jemand des Nachts erwachen will, welche bis auf die Minute zutreffen kann. 2. In der richtigen Schätzung der Stunde nicht nur bei Tage, sondern auch beim Erwachen in der Nacht. 3. Bei der posthypnotischen Suggestion: „Sie werden eine Stunde nach ihrem Erwachen dies und dies tun", und es geschieht zur bestimmten Zeit. Auch die Katze kehrt von ihren Exkursionen zur bestimmten Essenszeit zurück, der Hund erwartet zur Stunde den Herrn vor dem Bureau.

Man hat zur Erklärung verschiedene äußere Erkennungszeichen angeführt, Helligkeitsdifferenzen, Vorgänge des häuslichen und öffentlichen Lebens usw., welche indessen nicht auszureichen scheinen. Münsterberg hat den Rhythmus des Atmens als Hilfsmittel der Zeitschätzung geltend gemacht, was nicht ganz abzuweisen ist. Verf. führt das Beispiel eines Orang-Utang an, welches die äußeren Schätzungsmittel ausschließt. Derselbe sollte von Java nach Europa übergeschifft werden. Während er nun in seiner Heimat regelmäßig von 6 Uhr abends bis 6 Uhr morgens schlief, begann er mit dem Vorrücken des Schiffes nach Westen immer früher zu Bette zu gehen und ebenso viel früher aufzustehen, sodaß er auf dem Meridian des Kaps der guten Hoffnung schon nachmittags 2 Uhr zur Ruhe ging und morgens um 2 Uhr aufstand. Das Tier hatte also offenbar eine innere Uhr.

Verfasser sucht nun durch eine unbewußte oder unterbewußte Aufmerksamkeit die Erscheinungen begreiflich zu machen. „Die Aufmerksamkeit ist stets und ausschließlich eine Erwartung künftiger Ein-

1) Zum Problem der unbewußten Zeitschätzung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1895. 9. Bd. S. 321.

Digitized by Google

drücke. Sie ist nicht Konzentration auf einen gegenwärtig vorhandenen Eindruck, sondern die Erwartung eines zukünftigen Eindruckes, auf den man mit einer mehr oder minder lebhaften Reaktion antworten wird." „Selbst in den Fällen wo ein vorausgehender Vorsatz, sich die Zeit zu merken fehlt, ist es denkbar, daß unbewußte Aufmerksamkeit von einem Pulsschlage des Lebens zum andern führt."

Ein interessantes Experiment über Termineingebung bei einem Hypnotischen stellte R. Sommer an.[1])

Am glücklichsten ist das Problem der Zeitschätzung wohl von L. W. Stern behandelt und, wie es scheint, durch die Festsetzung einer sog. Präsenzzeit, oder psychologischen Zeiteinheit gelöst worden. Wir beurteilen eine bestimmte kleine Zeitstrecke, die Zeiteinheit, darum so sicher, weil wir sie ganz im Bewußtsein haben.

Die psychologische Zeiteinheit

wird von Ch. Richet zu $^1/_{10}$ Sekunde bestimmt. Dieselbe soll zugleich mit der Dauer einer „nervösen Vibration" zusammenfallen. Er fand nämlich, daß das Gehirn von Hunden, welche an Veitstanz leiden, unmittelbar nach einem Anfall durch den elektrischen Strom nicht erregt wird, und umgekehrt die elektrische Reizung den bevorstehenden Krampfanfall unterdrücken kann. Er zeigte aber weiter, daß auch gesunden Hunden ein ähnliches Verhalten gegen den elektrischen Reiz eigentümlich ist. Wird nämlich ein motorisches Rindenfeld elektrisch gereizt, so bleibt ein Reiz, der 0,02—0,1 Sekunden später appliziert wird, wirkungslos; erst nach 0,01 Sek. kann ein neuer Reiz wirken und den ersten verstärken. Es gibt also ein Zeitintervall, in dem das Nervensystem erregbar ist: die „refraktäre Periode". Ihr folgt eine Reparationsperiode 0,1—0,2 oder 0,3 Sek., nach welcher wieder die normale Erregbarkeit eintritt. Statt der elektrischen können auch akustische und mechanische Reize angewandt werden. Werden dieselben rhythmisch wiederholt, so nehmen auch die Muskelzuckungen einen Rhythmus an, aber so, daß immer 2 oder 3 oder 4 Reize erst einer Kontraktion entsprechen, während die mittleren Reize wirkungslos bleiben.

Zur Erklärung dieses Aussetzens der Reizwirkung nimmt Richet eine Wellenbewegung in der nervösen Erregung an. Fällt der zweite Reiz auf den Wellenberg, so verstärkt er die Wirkung des ersteren, fällt er in den absteigenden Ast der Kurve, so beschleunigt er die Rückkehr zur Gleichgewichtslage: er bleibt äußerlich ohne Wirkung.

---

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 22. Bd. S. 122 ff.

Digitized by Google

Die Dauer der nervösen Undulation, bezw. der Refraktionsperiode wäre also nach den obigen Versuchen 0,1 Sek. Nun ist aber ein 0,1 Sek. auch das Minimum der Zeit, welche ein einfacher psychischer Akt braucht, denn man kann nur 10 Sinneseindrücke in einer Sekunde getrennt wahrnehmen, nur ca. 10 einfache Vorstellungen produzieren, aussprechen u. s. w. Es kann also die Zehntelsekunde als „psychologische Zeiteinheit" und als physiologische Zeiteinheit der zerebralen Vibration angesehen werden. Der kausale Zusammenhang beider drängt sich von selbst auf.

Andere haben freilich eine längere physiologische Zeiteinheit gefunden. Vierordt fand, daß er die Dauer der Pendelschläge eines Metronoms am besten bei 3,0—3,5" Geschwindigkeit zu schätzen imstande war. Wundt und seine Schüler fanden allerdings weniger, 0,7". Da diese Dauer mit der Schwingungsdauer des menschlichen Schrittes und der von Trautschold bemessenen Zeitdauer einer einfachen Assoziation übereinstimmt, haben diese Forscher 0,7 als die Einheit unseres Bewußtseins angesehen, an der wir die übrigen kurzen Zeitintervalle messen.

Die Verschiedenheit dieser Angaben muß wohl teilweise auf individuelle Verschiedenheiten zurückgeführt werden. Es ist ja auch einleuchtend, daß ein geweckter Kopf eine viel schnellere Assoziation vollzieht als ein stumpfsinniger Mensch, wie ja auch die Schrittgeschwindigkeit bei verschiedenen Menschen außerordentlich variiert.

Andere, wie Münsterberg, legen auf die Atembewegung ein so großes Gewicht, daß sie durch dessen Rhythmus den Verlauf des Vorstellungslebens und speziell seiner Periodizität bedingt erachten.

C. M. Gießler hat diesem Zusammenhang zwischen Atmung und Vorstellungsverlauf eine eigene Schrift gewidmet. Insbesondere fand er folgende Beziehungen zwischen Atmen und Aufmerksamkeit:

„1. Auf der Schwelle der Aufmerksamkeit findet eine Hemmung der Atemtätigkeit statt. 2. Die einheitliche Aufmerksamkeit ist mit einer Vertiefung und Verlangsamung der Atmung, die geteilte Aufmerksamkeit mit einer Verflachung und Beschleunigung derselben verbunden. 3. Die Einatmung bewirkt vorherrschend eine Klarheitszunahme, die Ausatmung eine Deutlichkeitszunahme." Die Atmung paßt sich dem jeweiligen Vorstellungsverlaufe an und erhält dessen Gleichförmigkeit. „Mit Rücksicht auf diesen zur Erhaltung der genannten Gleichförmigkeit geleisteten Beitrag könnte man die Atmung als Schwungrad des psychischen Mechanismus bezeichnen." [1])

1) Die Atmung im Dienste der vorstellenden Tätigkeit. Leipzig, Pfeffer. 1898.

Digitized by Google

Eine psychologische Zeiteinheit ist auch „die psychische Präsenzzeit", über welche W. Stern Untersuchungen angestellt hat.[1] Nach diesem Forscher umspannt das Bewußtsein nicht einen bloßen unteilbaren Augenblick, sondern eine mehr oder weniger ausgedehnte Zeitdauer. Die ideale metaphysische Gegenwart ist allerdings ein Moment, aber die Seele kann auch eine längere Dauer im gegenwärtigen Bewußtsein haben. Die Dauer der Präsenzzeit ist schwer zu bestimmen, dagegen läßt sich für jede Art zeitlich ausgedehnter Bewußtseinsakte ein optimaler Wert der Präsenzzeit feststellen, d. h. ein solcher Zeitwert, bei welchem die Bedingungen zum Zustandekommen und zur Auffassung des betreffenden seelischen Gebildes die günstigsten sind. Solche Optimalwerte kennen wir bei der eigentlichen Zeitauffassung („adäquate Intervalle", etwa $^1/_2$ Sekunde), bei der Rhythmusperzeption (1 Sek.), bei der sukzessiven Vergleichung diskreter Eindrücke („primäres Gedächtnis", 1—2 Sek.), bei der Einstellung der Aufmerksamkeit ($1^1/_2$), bei der Melodie („Tempo") verschieden.

In dem Aufsatze „Psychische Präsenzzeit" führt er aus:[2]

„Das innerhalb einer gewissen Zeitstrecke sich abspielende psychische Geschehen kann unter Umständen einen einheitlichen zusammenhängenden Bewußtseinsakt bilden, unbeschadet der Ungleichzeitigkeit der einzelnen Teile."

„Präsenzzeit" nennt der Verfasser die Zeitstrecke, über welche sich ein solcher psychischer Akt erstreckt; denn es ist ein Irrtum, zu behaupten, nur ein Moment sei psychologische Gegenwart. Solche psychische Einheiten sind z. B. ein mehrsilbiges Wort, eine Melodie oder doch ein Takt einer Melodie. Überhaupt, wenn man die Möglichkeit einer direkten Wahrnehmung zeitlicher Verhältnisse zugibt, wie dies z. B. Wundt ausdrücklich tut, kann der Bewußtseinsakt, in welchem diese Wahrnehmung erfolgt, nicht punktuell momentan sein. „Gegenwart ist darnach der Inbegriff der zeitlich-örtlichen Verhältnisse, die Gegenstand direkter Wahrnehmung sein können." Der unmittelbaren Wahrnehmung ist eben Gegenwart etwas anderes als der logischen Abstraktion; nicht die bloße Grenze zwischen Vergangenem und Zukünftigem, sondern eine, wenn auch kleine, so doch positive und endliche Zeitstrecke. Die Töne einer Melodie sind uns sämtlich

---

1) Psychologie der Veränderungsauffassung. Breslau. 1898. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. 13. Bd. S. 325 ff.

2) Psychische Präsenzzeit. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1896. 13. Bd. S. 325.

Digitized by Google

gegenwärtig und doch deutlich sukzessiv, ein anhaltender Ton ist uns gegenwärtig und doch nicht momentan; eine Bewegung ist uns gegenwärtig und doch kein Ruhepunkt. Um auch längere Zeitstrecken und ihre Erlebnisse sich anschaulich vorzustellen, nehmen wir damit eine „Projektion in die Präsenzzeit" vor. Besonders tritt dies auffällig in Träumen hervor, in welchen die Zeitverhältnisse stark zusammengedrängt erscheinen; auch graphische Darstellungen von monate-, jahrelangen Verläufen führen dieselben in konzentrierter Form zur übersichtlichen Anschaulichkeit in die psychische Präsenzzeit.

Das „primäre Gedächtnis" mit seiner Lebhaftigkeit und Sicherheit ist nichts anderes als die simultane Gegenwart von sukzessiven Ereignissen z. B. Vorstellungen im Bewußtsein. Bei der eigentlichen Erinnerung ist die Identität eine „erschlossene", „beim primären Gedächtnisse eine unmittelbar erlebte, eine wahrgenommene, Resultat einer direkten sukzessiven Vergleichung".

Für die Dauer der Präsenzzeit lassen sich keine allgemein gültigen Werte angeben, für jedes psychische Geschehen ist eine andere Zeitdauer erforderlich; ebenso ist es mißlich, einen Maximalwert zu bestimmen; dagegen gibt es Optimalwerte. „Für jede Art zeitlich ausgedehnter Bewußtseinsakte gibt es einen Optimalwert der Präsenzzeit, sei es, daß dieser subjektiv als angenehmster Zeitwert erscheint (adäquate Zeit), sei es, daß er objektiv die günstigsten Bedingungen zur Entfaltung des Bewußtseinsaktes bietet (günstigste Zeit). „Jedes Ding hat seine Zeit" gilt hier wörtlich, jeder psychische Eindruck bedarf eines „Zeithofes", um sich „auszuleben". Vielleicht ist der für Zeitschätzungen gefundene Indifferenzpunkt (0,5—0,6") mit dem Zeithof identisch. Jede Melodie verlangt ein besonderes Tempo, jedes Vorlesen und Sprechen. Aus besonderen Gründen wird die adäquate Zeit absichtlich verlängert: in der Predigt, bei Vorträgen. Die Tempi des Sprechens und Sprechenhörens sind aber für verschiedene Individuen sehr verschieden sympathisch. — Bei Reaktionsversuchen ergeben sich die kürzesten Zeiten, wenn zwischen Signal und Reiz $1^1|_2$ Sekunde verstrich; dies ist also der Optimalwert für die Einstellung des psychischen Mechanismus.

Zur Begründung einer ausgedehnten „psychischen Präsenzzeit" führt Stern folgendes an:

„Wenn ich einen sich langsam ändernden Reiz auf meine Sinne wirken lasse, so rollt sich der Wahrnehmungsinhalt ununterbrochen in der Zeit ab. Aber dieser zeitlich sich abrollende Inhalt könnte nie zur Auffassung einer Veränderung führen, wenn wir nicht imstande wären, ihn oder wenigstens eine Strecke von

Digitized by Google

ihm, in einem einheitlichen Bewußtseinsakte zusammenzufassen. Und eine solche Zusammenfassung geschieht nicht etwa dadurch, daß in irgend einem Moment die gegenwärtige Phase mit den Nachwirkungen der vergangenen Phase gleichzeitig vorhanden ist; vielmehr können die innerhalb einer gewissen Zeitstrecke liegenden Sukzessiva als solche ein zusammenhängendes Bewußtseinsganze bilden, unbeschadet der Ungleichzeitigkeit der Teile. . . . Viele Bewußtseinsgebilde sind gar nicht zu *verstehen*, wenn man nicht annimmt, daß sie ein sukzessives Ganze bilden, d. h. im zeitlichen Ablaufe erst ihre volle Entfaltung finden. Wie sollte man das Zustandekommen des Eindruckes einer Melodie, eines Rhythmus, oder auch nur die Möglichkeit, ein mehrsilbiges Wort als Ganzes aufzufassen, sonst begreifen, und wie sollte man vor allem jene unbestreitbare Tatsache begreifen, daß zeitliche Verhältnisse selbst: Dauer, Sukzession, Geschwindigkeit, direkte Wahrnehmungsinhalte sein können?"

Diese Begründung scheint zwar nicht in allweg zutreffend zu sein, aber die Sache selbst empfiehlt sich schon durch das Aussprechen ihrer Tatsächlichkeit, eine Unmöglichkeit kann man jedenfalls nicht darin erblicken. Denn wenn man gewöhnlich erklärt, es könne gleichzeitig nur *ein* Objekt im Bewußtsein sich finden, so ist das in zweifacher Weise zu modifizieren: 1^0 Klar und bestimmt kann jeweilig nur ein Bewußtseinsinhalt vorhanden sein. 2^0 Mehrere Objekte können nur dann nicht aktual bewußt sein, wenn sie ohne Beziehung zu einander vorgestellt werden; verbindet sie aber eine gemeinsame Beziehung, so können sie gleichzeitig im Bewußtsein auftreten: ein ausgedehntes psychisches Gebilde bildet aber eine innige Einheit, die der Stetigkeit. Wir halten die Begründung des Vers.'s nicht in allem zutreffend. Wenn z. B. das Auffassen einer *Melodie* die Gleichzeitigkeit im Bewußtsein beweisen soll, dann müßte die psychische Präsenzzeit oft sehr lange dauern. Denn eine Melodie entwickelt sich, zumal bei langsamem Tempo, erst in längerer Zeitausdehnung.

Man muß, wie bemerkt, jedenfalls wie eine ideale und eine reale Zeit überhaupt, so auch eine *ideale* und eine *reale Gegenwart* unterscheiden. Die ideale ist der unteilbare Moment, der als solcher nicht existieren kann. Die reale Gegenwart wäre die sogen. psychische *Präsenzzeit*. Darunter versteht man die Dauer, welche wir tatsächlich im Bewußtsein zugleich haben können.

An diese Vorstellung der ausgedehnten Gegenwart knüpft *Hodgson* eine interessante Bemerkung. Die psychische Präsenzzeit ist nicht für jedes Bewußtsein, auch nicht für jeden Menschen immer dasselbe. Dieselbe ist vielmehr eine Funktion der geistigen Frische

Digitized by Google

und Kapazität, wächst und nimmt mit dieser ab. Denkt man sich nun ein Wesen, welches die Kapazität und Lebhaftigkeit des menschlichen Bewußtseins unendlich überträfe, so würde für ihn der ganze Weltprozeß zur realen Gegenwart werden, ohne daß dabei die Zeitfolge innerhalb desselben aufgehoben würde.[1])

Mit der Präsenzzeit hat die von Stern konstatierte

Optimalzeit

bei der Veränderungsauffassung nahe Verwandtschaft. Wir lassen seine Theorie über die Veränderung[2]) folgen:

Der Begriff der Veränderung spielt in der ganzen Geschichte des philosophischen Denkens, besonders aber in unserem Zeitalter eine hervorragende Rolle; „wenn Heraklit mit ehrlicher Naivetät, wie sein Antipode Zeno frei das ἓν τὸ ὂν καὶ πᾶν, das πάντα ῥεῖ aussprach, so verfolgt die moderne Physik, indem sie das Substantielle, Dingliche möglichst sich verflüchtigen, das Funktionelle, das Geschehene in den Vordergrund treten läßt, die von ihm gewiesene Bahn." Nachdem längere Zeit der Begriff der Substanz die Geister vorwiegend beschäftigt, um sodann dem Kausalitätsbegriff Platz zu machen, ist nun in neuester Zeit die Veränderung an die Reihe gekommen.

Das ist ja gewiß im allgemeinen zutreffend; wenn der Verf. aber gegen die Scholastik den Vorwurf erhebt, daß sie sich mit diesem Begriffe wenig befaßt habe, so ist das nur mit sehr wichtiger Unterscheidung zuzugeben. Mit der „Psychologie der Veränderungsauffassung", welche der Verf. dem Geiste der neueren Philosophie entsprechend sich zum Gegenstande der Untersuchung und experimentellen Bestimmung gemacht hat, haben die Scholastiker sich allerdings nicht beschäftigt: aber den Begriff der Veränderung, die metaphysischen Fragen, die mit demselben zusammenhängen, haben sie so scharfsinnig und eingehend erörtert, daß unsere modernen Empiriker viel von ihnen lernen könnten.[3]) Durch eine sorgfältige Zergliederung des Begriffes sind sie z. B. zu dem Satze gekommen, daß alles, was in Veränderung begriffen ist, von einem anderen verändert werden muß; derselbe hat aber für die wahre Wissenschaft unendlich höheren Wert als alle Messungen über Auffassung der Geschwindigkeit der Bewegung, über die Optimalzeit usw. Wir wollen damit diese und ähnliche vom

1) In what sense, if any, do past and future time exist? Mind, 1897 (April) 228 ff.

2) Psychologie der Veränderungsauffassung. Von L. W. Stern, Privatdozent d. Philos. an d. Univ. Breslau, Preuß & Jünger. 1898.

3) Vgl. unsere Allgem. Metaph. 3. Aufl. S. 253—273.

Digitized by Google

Verf. gefundenen Resultate nicht gering taxieren: aber gegen die allgemein gültigen Sätze der Metaphysik der Veränderung haben sie einen geringen Wert. Indeß hat es auch der Verf. nicht unterlassen, den Begriff der Veränderung genau zu analysieren und gegen verwandte Begriffe abzugrenzen. Er unterscheidet gerade wie die Scholastiker, wenn auch nicht immer mit derselben Schärfe wie diese, das bleibende Substrat in der Veränderung und die wechselnden Eigenschaften. Diese enthalten drei wesentliche Momente:

„1. Den zeitlichen Ablauf. 2. die sukzessive Verschiedenheit, 3. die Stetigkeit. Wir sprechen eben nur dann von einer Veränderung, wenn wir innerhalb des zeitlichen Ablaufes (1) imstande sind, zwei oder mehrere Punkte aus der Qualitätsreihe herauszugreifen, die sich von einander unterscheiden (2). Solche Punkte nennen wir Phasen. . . . Die Verschiedenheit der Phasen wird erreicht vermittelst Durchlaufung sämtlicher Zwischenstufen, doch so, daß diese sich nicht scharf gegen einander abheben (3). . . ." „Jedes beiderseitig abgegrenzte Stück einer Veränderung, — ist dasselbe nur ein willkürlich herausgerissenes Stück eines größeren Veränderungsganzen, so nennt man es Stadium, — hat eine gewisse Dauer und einen gewissen Umfang; letzterer wird bestimmt durch den Grad der Verschiedenheit der Grenzphasen. Das Verhältnis von Umfang zu Dauer ist die Geschwindigkeit. Oft gilt uns eine uns subjektiv bequeme verhältnismäßig kurze Zeit (Optimalzeit) als Normalmaß, sodaß wir die Geschwindigkeit dann hauptsächlich nach dem in jener Zeit durchmessenen Umfang bestimmen." Ist die Geschwindigkeit so gering, daß wir im Stande sind, aus dem Kontinuum einige sukzessive Phasen herauszugreifen, die sich noch nicht von einander unterscheiden, so sprechen wir von einer allmählichen Veränderung, ist sie so groß, daß ein ganzer verhältnismäßig umfangreicher Veränderungsprozeß in einem Moment zusammengedrängt erscheint, so sprechen wir von einer plötzlichen Veränderung." [1])

Die ganze Arbeit des Verf.'s zerfällt in zwei Hauptteile, deren erster die qualitative Seite der Veränderungsauffassung, die zweite die quantitative, d. h. feinere Messungen der Veränderungen der Veränderungsauffassung behandelt. Für den Psychologen ist offenbar der erste von größerer Bedeutung.

Der Verf. unterscheidet drei Arten der Veränderungswahrnehmung: 1° die direkte mit Hilfe der psychischen Präsenzzeit, 2° die indirekte bei momentanen Veränderungen vermittelst eines Übergangs-

1) S. 6.

Digitized by Google

zeichens, 3° die mittelbare, durch Vergleichung verschiedener Stadien einer sehr langsamen Veränderung.

Die letztere ist die verständlichste; das Gras können wir nicht wachsen sehen; aber wenn wir eine Pflanze an verschiedenen Tagen miteinander vergleichen, finden wir, daß sie ihre Größe und Gestalt verändert hat.

Hat die Veränderung eine bestimmte Geschwindigkeit, so können wir unmittelbar und direkt die Veränderung, z. B. die Bewegung des Sekundenzeigers, sehen. Unser Bewußtsein umfaßt nämlich nicht bloß unteilbare Momente einer Dauer, sondern erstreckt sich auf eine ausgedehnte Zeit, also auf einen ausgedehnten Teil einer Bewegung, der nach dem Verfasser einige Sekunden betragen kann. Wir brauchen also nicht einen vergangenen Moment einer solchen Veränderung durch das Gedächtnis zu reproduzieren, um sie mit der gegenwärtigen Phase zu vergleichen und als verschieden von derselben zu erkennen, sondern der frühere und spätere Moment wird gleichzeitig geschaut und somit auch der Übergang von dem einem zum andern.

Die zweite Art der Veränderungswahrnehmung, welche vom Verf. angenommen wird, bietet die meiste Schwierigkeit. Bei ruckweisen, nahezu momentanen Veränderungen, „merken" wir an einem „Übergangszeichen", daß eine Veränderung, die wir wegen ihrer zu kurzen Dauer nicht wahrnehmen können, da war, daß dieselbe tatsächlich stattgefunden hat.

Es wird z. B. „eine Fläche von zwei Lichtquellen belichtet. Jetzt wird mittelst photographischen Momentverschlusses oder auf ähnliche plötzliche Weise die eine der beiden Lichtquellen verdeckt; dann ist der psychische Eindruck der folgende: Zuerst und zuletzt habe ich zwei konstante Helligkeiten, dazwischen ein plötzliches Zucken im Gesichtsfeld. Dieser „Ruck" ist wie jeder, der es probiert, finden wird, ein durchaus spezifischer, eigenartiger Empfindungsinhalt, der als Zeichen des stattgefundenen Wechsels dienen kann; er ist zugleich ein momentan in sich vollkommen geschlossener Eindruck. Hier ist der psychische Moment nicht mehr Abstraktion, sondern realiter gegeben, insofern wir uns einen Zeitablauf, eine Sukzession innerhalb jenes Ruckes nicht mehr vorstellen können." [1])

Um dieses Übergangszeichen begreiflicher zu machen, erinnert St. an die Bekanntschaftsqualität Höffding's. Wie diese bei der Erinnerung ein wahrgenommenes Objekt als bekannt erscheinen läßt, so tritt bei der unmittelbaren Veränderungswahrnehmung die

1) S. 29 f.

Digitized by Google

Neuheitsqualität auf, durch welche unmittelbar der wahrgenommene Zustand sich als neu, als verschieden vom unmittelbar vorhergehenden charakterisiert. Näher bestimmt der Verf. diese Bekanntschaftsqualität mit Wundt als ein Gefühlsmoment;' als solches ist dann auch die Neuheitsqualität anzusehen.

Diese Auffassung scheint uns nicht zutreffend; die Analogie freilich der Neuheitsqualität mit der „Bekanntschaftsqualität" halten wir für zutreffend, und sie kann uns gerade das Verständnis des Übergangszeichens erschließen. Von einer Qualität im eigentlichen Sinne kann in beiden Fällen nicht die Rede sein. Die Bekanntschaftsqualität reduziert sich auf die Erkenntnis der Seele, daß wir das betreffende Objekt schon einmal wahrgenommen haben, welcher objektiv die Übereinstimmung des gegenwärtigen Eindruckes mit früheren entspricht. Wir haben uns z. B. ein Bild vom Gesichte eines Menschen, den wir mehrmals oder auch nur einmal sahen, entworfen. Dasselbe haftet im Geiste und bei der neuen Wahrnehmung finden wir die Übereinstimmung zwischen jetzt und früher. Es ist uns meist unmöglich, anzugeben, worin das Eigentümliche jenes Gesichtes besteht, wir vermögen die einzelnen Züge nicht zu zergliedern, und doch ist das Bild so klar unserem Geiste eingeprägt, daß wir beim neuen Eintreten desselben es sogleich wieder erkennen.

Geradeso nun ist es mit der Wahrnehmung einer momentanen Veränderung. Wir sind nicht imstande, bei der außerordentlich kurzen Dauer derselben einzelne Momente, Phasen zu bemerken: es stellt sich uns ein ungeteilter Eindruck dar. Daß aber nun ein anderes, ein neues da ist, sehen wir bei dem unwillkürlichen momentanen Rückblick auf dasselbe ganz klar. Wir haben allerdings die Veränderung wahrgenommen, aber nicht in einzelnen unterscheidbaren Phasen. Wäre dies nicht der Fall, so könnte uns kein Neuheitsgefühl ankommen; denn das Gefühl reagiert nur auf Vorstellungen und Wahrnehmungen. In sofern man freilich auch Erkenntnisse, die auf dunklen, unanalysierbaren Vorstellungen beruhen, Gefühle nennt, mag man immerhin von einem Neuheits- und Bekanntschaftsgefühl sprechen. Ich kann ja wohl, namentlich bei unklarer Erkenntnis, sagen, — ich habe das (dunkle) Gefühl, daß ich diesen Menschen schon einmal sah, ich fühle es, daß an diesem Gegenstande sich etwas geändert hat, daß eben ein „Ruck" stattgefunden hat: nur muß man sich bewußt bleiben, daß es sich dabei um eine wirkliche Wahrnehmung handelt.

Es besteht also zwischen der Wahrnehmung einer längeren und einer momentanen Veränderung kein wesentlicher Unterschied; sie unter-

Digitized by Google

scheiden sich lediglich wie zwei Begriffe, von denen der klarere (distinkte) die einzelnen Merkmale unterscheidend erfaßt, der andere (dunklere) sie aber nur als ein ungeschiedenes Ganzes wahrnimmt.

Sehr eingehend und gründlich wird vom Verf. die von Preyer aufgeworfene Frage behandelt und negativ beantwortet, ob ein konstanter Reiz eine Empfindung hervorrufen könne, oder ob dazu eine Veränderung des Reizes, eine Steigerung oder Schwächung erforderlich sei. Stern nimmt, und wir glauben, mit vollem Rechte, entschieden Stellung gegen Preyer; die Polemik gegen ihn zieht sich durch das ganze Buch hindurch. Preyer führt für seine These folgende Experimente an: Ein Frosch wird in eine Flüssigkeit versetzt, welche immer stärker erwärmt wird: aber trotz der enormen Hitze, welche so schließlich erreicht wird, reagiert er in keiner Weise. Desgleichen bleibt er ganz bewegungslos, wenn das Wasser immer stärker durch Zusatz von Säuren angesäuert wird. Auch mechanische Pressungen, wenn sie allmählich bis zur Quetschung der Beine aufsteigen, vermögen kein Zeichen des Schmerzes hervorzurufen. Daraus schließt nun Preyer: Konstante und konstant sich ändernde Reize vermögen keine Empfindung auszulösen.

In dieser Schlußfolgerung bestreitet der Verf. die Konsequenz: der Mangel an einer Reaktionsbewegung beweist nicht den Mangel der Empfindung. Die Bewegung tritt erst in Folge einer Veränderung der Empfindung ein; es ist aber für dieselbe an keiner Stelle ein hinreichender Grund vorhanden, bei dem konstanten Reizzuwachs zu wechseln, wenigstens für keine Stelle ein stärkerer Grund als für die andere. So beim Tiere; anders bei dem Menschen, der willkürlich eine frühere Empfindungsstärke herausgreifen und mit der gegenwärtigen vergleichen kann. Entgegen den Preyer'schen Sätzen stellt darum Stern folgende auf:

„I. Nicht der absolute Wert der in jedem Augenblick in sensibelen Nerven vorhandenen und von da auf motorische Gebiete sich ausbreitenden Erregung ist es, auf den motorische Nerven mit einer Reaktionsbewegung antworten, sondern die Veränderung dieses Wertes von einem Augenblick zum andern."

„II. Nicht der absolute auf den motorischen Nerven einwirkende Reizwert ist es, der eine motorische Leistung herbeiführt, sondern die Veränderung dieses Wertes von einem Augenblick zum andern."

Wenn Preyer ein analog ähnliches Gesetz auch in Bezug auf die Empfindung statuieren will, so versagt gerade hier die Analogie.

„Die Empfindung ist in einem toto coelo anderem Sinne Erfolg der Reizung eines sensibelen Nerven, als die Bewegung Erfolg einer

Digitized by Google

Reizung motorischer Nerven ist. Nach hergebrachter psychologischer Terminologie herrscht zwischen sensibeler Erregung und Empfindung das Verhältnis des Parallelismus: dem konstanten Erregungszustande entspricht eine konstante Empfindung, dem sich ändernden Erregungszustande eine irgendwie sich ändernde Empfindung; zwischen motorischer Erregung und Muskelkontraktion aber besteht das Verhältnis von Ursache und Wirkung."

Mit Recht aber legt der Verf. bei der Beurteilung der Veränderungsauffassung das größte Gewicht auf die psychische Aktivität, die Aufmerksamkeit. Veränderungen dienen der Aufmerksamkeit sowohl als Signale als auch als Isolatoren. Nun können sowohl durch konstante wie durch Veränderungsreize Empfindungen ausgelöst werden; „aber nur psychische Veränderungsinhalte vermögen Leistungen psychischer Aktivität herbeizuführen". Daraus ergeben sich zwei allgemeine weitere Gesetze:

„III. Eine Nervenerregung vermag nur dann zur auslösenden Ursache physischer oder psychischer Aktivität zu werden, wenn die Erregung eine sich ändernde ist."

„IV. Eine Empfindung vermag nur dann zur auslösenden Ursache für Leistungen physischer oder psychischer Aktivität zu werden, wenn sie im Zustande der Veränderung begriffen ist."

Demgemäß gibt auch der Verf. nicht zu, daß wir nur sich ändernde Temperaturen wahrnehmen könnten, er weist die Wahrnehmung des konstanten Luftdruckes auf den Körper nach. Bei kontinuierlicher Veränderung findet er sogar entgegen aller Erwartung eine leichtere Auffassung: „Die Urteilssicherheit für kontinuierliche Tonveränderungen ist ceteris paribus beträchtlich größer als die für diskrete Tonunterschiede."

Ebenso scheint es der natürlichen Sachlage zu entsprechen, daß, wie Preyer, Stratton, Scripture gefunden, eine schnellere Veränderung leichter wahrgenommen wird als eine langsamere, und doch fanden Hall und Motora für Druckänderungen und Stern für Helligkeitsänderungen das Gegenteil. Aber beide Klassen von Beobachtungen stehen mit einander in Einklang; es durchkreuzen sich hier zwei Gesetze; das erste, „Hauptgesetz, gibt uns an, wie sich die Psyche durch die bloße Empfindungsmaterie zum Urteil bestimmen läßt . . . dieses Gesetz aber wird gekreuzt und zuweilen geradezu überdeckt durch ein anderes, welches zeigt, wie die Psyche dem Empfindungsstoff mit einer gewissen Souveränität gegenüberstehen und nach eigenen Normen den Moment der Veränderungswahrnehmung festlegen kann".

Digitized by Google

Diese beiden (V. u. VI.) Gesetze lauten im Anschluß an das oben aufgestellte IV.:

„a) Das Hauptgesetz der Veränderungserregbarkeit, welches lautet:

„IV. Eine Empfindung vermag nur dann zur auslösenden Ursache für Leistungen physischer Aktivität (motorischer Reaktion) und psychischer Aktivität (Urteilen, Bemerken, Aufmerken) zu werden, wenn sie im Zustande der Veränderung begriffen ist;

„V. und zwar ist die Anregung zur physischen oder psychischen Reaktion um so größer, je größer die Geschwindigkeit der Empfindungsänderung ist.

„b) Das Gesetz der Optimalzeiten, welches lautet:

„VI. Wird ein sich ändernder Reiz dauernd beobachtet, so gibt es innerhalb der Beobachtungszeit gewisse günstige Stadien, in denen die Wahrnehmungsfähigkeit, bezw. die Tendenz, eine Urteils- oder Bewegungsreaktion zu vollziehen, besonders stark ist. Da innerhalb einer solchen Optimalzeit Veränderungen verschiedener Geschwindigkeit zur Wahrnehmung gelangen können, so sind die langsameren Veränderungen, welche bis zu jenem Zeitpunkt erst einen geringeren Umfang erreicht haben, relativ günstiger gestellt."

Dem ist noch hinzuzufügen:

„VII. Und zwar ist die Anregung zur motorischen Erregung um so größer, je größer die Geschwindigkeit der Reizänderung ist. Daß dabei Überraschung und Erwartung eine wesentliche Rolle spielen, ist selbstverständlich."

Die Existenz der Optimalzeit läßt sich durch die zwei vom Verf. angewandten Methoden, die der Bestimmung oder Beurteilung und die der Reaktion nachweisen:

„Dort, wo Veränderungen begrenzter Dauer der Beurteilung vorliegen, gibt es gewisse Dauern, bei denen die Sicherheit der gefällten Urteile am größten ist, und dort, wo der Beobachter den Moment der Wahrnehmung zu registrieren hat, gibt es gewisse Zeiten, in denen die Tendenz zum Vollzuge der Urteilsreaktion besonders stark ist."

Bei Tonveränderungen erzielte z. B. die Dauer von 6" weitaus mehr richtige Urteile, als die Veränderungen von 2, 4 oder 8". Die Optimalzeit, d. h. der optimale Wert der Präsenzzeit[1]) ist nicht

1) Über den Begriff und die Realität der vom Verf. eingeführten und nachgewiesenen Präsenzzeit vergl. „Philos. Jahrb." 11. Bd. (1898) 4. Heft. S. 480 f. Einen seiner Beweise erklärten wir für untriftig: das Erfassen einer

Digitized by Google

überall dieselbe; bei der eigentlichen Zeitauffassung, „adäquate Intervalle“ $^1/_2$“, bei der Rhythmusperzeption 1“, bei der sukzessiven Vergleichung diskreter Eindrücke, „primäres Gedächtnis“ 1—2“, bei der Einstellung der Aufmerksamkeit $1^1/_2$“.

Alle diese Tatsachen beweisen die Übermacht der psychischen Tätigkeit über die rein passive Sinneswahrnehmung.

Sehr gut bemerkt der Verf.:

„Hauptgegenstand aller psychologischen Veränderungsuntersuchungen ist nicht die passive (Empfindungs-) Erregbarkeit, sondern die aktive (Urteils-, Aufmerksamkeits-, Reaktions-) Erregbarkeit. Mit andern Worten: die Ergebnisse sind (mit einigen Ausnahmen) nicht sowohl auf das Verhältnis von Reizänderung zu Empfindungsänderungen zu beziehen, sondern sagen aus, in welcher Weise und in welchem Grade Empfindungsänderungen unter gewissen zeitlichen und anderen Bedingungen imstande sind, Leistungen psychischer oder physischer Aktivität auszulösen.“

Auch die Intensitätsveränderungen hat St. der Beobachtung unterworfen und gefunden:

„Unter konstanten zeitlichen Bedingungen läuft für verschiedene Intensitätsgrade die Änderungserregbarkeit der Normalerregbarkeit proportional.“

Somit gilt auch hier das Weber'sche Gesetz:

„Es ist nicht bloß auf Unterschiede, sondern auch auf Veränderungen (selbst momentane) anwendbar, sobald die zeitlichen Bedingungen, unter denen die Reize dargebracht werden, konstant sind.“

Schließlich wird auch die Veränderungsrichtung untersucht. Es ist von vornherein fast selbstverständlich, daß es leichter ist, eine Veränderung überhaupt zu konstatieren, als ihre Richtung, z. B. Verstärkung oder Schwächung, Erhöhung oder Sinken, zu bestimmen. Bei momentanen Druck- und Helligkeitsänderungen beträgt die Veränderungsschwelle ca. $^7/_{10}$ der Richtungsschwelle. Bei entgegengesetzten Richtungsänderungen ergab sich: „Für Druckabnahme liegt die Schwelle höher als für Druckzunahme.“ Für Hellig-

---

längeren Melodie, welches nur in der Präsenzzeit des Bewußtseins möglich sein soll. Es wurde dort bemerkt, daß eine solche Menge von Tönen zu ausgedehnt sei, um gleichzeitig im Bewußtsein sich zu finden. Wir wollen hier nachtragen, daß er dieser Schwierigkeit durch Annahme einer Miniaturauffassung und deren Projektion in die Präsenzzeit begegnet. Er beruft sich dafür auf seine und auch anderer Erfahrung; da ich aber etwas Ähnliches in meinem Bewußtsein nicht finde, so möchte ich lieber durch ein habituales Verbleiben der früheren Töne der Melodie in der Seele die Gesamtauffassung erklären.

Digitized by Google

keitszunahme ist die Erregbarkeit feiner als für Abnahme. Tonvertiefungen werden schlechter wahrgenommen, als Tonerhöhungen.

Die Untersuchungen St.'s werfen auch ein helles Licht auf die heute so viel verhandelte Frage von den unbewußten oder unbemerkten Empfindungen. Er unterscheidet zwischen objektiver und subjektiver Empfindungsermüdung infolge konstanter Reizung. Erstere ist die wirkliche Abschwächung der Empfindungsstärke, letztere die Wahrnehmung der Empfindungsabnahme. Daß beide nicht zusammenfallen, sondern die Empfindung sich schon verändert hat, ohne daß es bemerkt wird, zeigen sinnreiche Experimente, welche genau ergeben:

„Die Empfindungsermüdung, welche nach 3 Sekunden mit Sicherheit, ja sogar schon in hohem Grade vorhanden ist, wird erst nach 18 Sekunden, nachdem sie also einen noch viel höheren Grad erreicht hat, subjektiv wahrgenommen."

Aus der Auffassung der allmählichen Veränderungen ergibt sich ihm ganz unwiderleglich die Existenz unbemerkter Empfindungen.

„Wenn zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Phasen a und b eines allmählich sich ändernden Reizes keine Differenz wahrgenommen wird, auch nicht zwischen b und c, wohl aber zwischen a und c, dann müssen auch zwischen den benachbarten Gliedern (und zwar nicht nur in der Reizreihe, sondern auch in der Empfindungsreihe) de facto Verschiedenheiten bestehen; denn aus der Aneinanderreihung wirklicher Gleichheiten kann keine Differenz erwachsen. . . . Und jenes fernere charakteristische Merkmal der Allmählichkeitsauffassung: die Willkür in der Wahl des Verschiedenheitspunktes, wie wäre es zu erklären, wenn jene Verschiedenheit der Empfindungen sich schon ohne weiteres dem Bewußtsein aufdrängte? . . ."

Stern hat seine Theorie durch spezielle Experimente über Helligkeits- und Tonveränderungen bewährt gefunden.[1])

Bisher hat sich die Psychophysik nur mit Wahrnehmungen von Unterschieden, weniger von Veränderungen der Reize beschäftigt. Die darauf gerichteten Experimente des Verf.'s ergeben unter anderem Folgendes.

1. Bei annähernd momentan erfolgenden und momentan merklichen Erhellungen ist die relative Veränderungsempfindlichkeit konstant; es gilt also das Weber'sche Gesetz. Die relative Veränderungsempfindlichkeit betrug bei meinen Versuchen $^1/_{80}$, ist also nicht so fein,

1) Die Wahrnehmung von Helligkeitsveränderungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1894. 7. Bd. S. 249.

Digitized by Google

wie die Unterschiedsempfindlichkeit. 2. Währt eine objektive Veränderung einige Zeit, ehe sie bemerkt wird, so teilen sich die Ergebnisse in solche über Veränderungsdauer und solche über relative Empfindlichkeit. . . . 3. Im indirekten Sehen sind ceteris paribus die Veränderungsdauern kürzer, die relativen Empfindlichkeiten größer als im direkten. 4. Die relative Empfindlichkeit bei Veränderungen, zu deren Sichtbarwerden einige Zeit vergehen muß, ist geringer als bei momentan wahrnehmbaren Veränderungen. . . . 5. Die Reaktionszeit bei Wahrnehmung allmählicher Helligkeitsveränderungen hat eine beträchtliche Größe.

Wir schließen sogleich des Verf.'s Abhandlung: „Die Wahrnehmung von Bewegungen mittelst des Auges“ [1]) an.

Er findet, „daß es fünf seelische Tatsachen sind, welche die Wahrnehmung von Bewegungen vermittelst des Auges ermöglichen. Drei derselben bewirken einen momentanen Bewegungseindruck, zwei bedürfen einer Mehrheit von Empfindungsmomenten. Diese Seelenvorgänge (welche zu Prinzipien der Bewegungsdeutung geworden sind), bestehen nun nicht isoliert nebeneinander, sondern wirken in den mannigfachsten Kombinationen zusammen. Das einfachste Prinzip ist das der veränderten Reizung, das unter Umständen schon allein eine Bewegungsauffassung herbeiführen kann. Seine Aufgabe besteht im wesentlichen darin, Bewegungen, die ins Gesichtsfeld eintreten, zu signalisieren und die Aufmerksamkeit auf sie zu lenken, worauf es den übrigen Wahrnehmungsarten die genauere Beobachtung überläßt.

„Der Nachbildstreifen, welcher sich wohl nie ohne das genannte Prinzip findet, bezeichnet die wesentliche Bedingung für den momentanen Bewegungseindruck bei ruhendem Auge, die gleiche Rolle bei bewegtem Auge spielen die Willensimpulse; dieselben treten niemals isoliert, sondern stets begleitet von ersteren in Wirksamkeit.

„Dauert die Beobachtung länger als einen Empfindungsmoment, was wohl meistens der Fall ist, so greift das wichtige Prinzip der Phasenvergleichung Platz. Dieselbe ist entweder optisch, wenn verschiedene Gesichtsempfindungen, oder muskulär, wenn verschiedene Muskelempfindungen des Augapfels miteinander verglichen werden. Dort wird die Bewegung daraus erschlossen, daß ein gewisses Bild auf der Netzhaut, hier daraus, daß der Augapfel in der Augenhöhle eine andere Stellung einnimmt.

„Die optische Phasenvergleichung tritt isoliert ohne Mitwirkung

2) A. a. O. S. 321.

Digitized by Google

eines anderen Prinzips nur bei sehr langsamen Bewegungen auf, z. B. bei der des Stundenzeigers der Uhr; hat die Bewegung eine mittlere oder größere Geschwindigkeit, so sind die einzelnen Empfindungsmomente an sich schon Bewegungseindrücke, nämlich Nachbildstreifen, und auf diese wird bei längerer Beobachtung die Phasenvergleichung angewandt. Der frühere, nur als Erinnerungsbild noch vorhandene Nachbildstreifen wird für übereinstimmend befunden mit dem neuen und demnach als Repräsentant derselben Bewegung, nur in einem anderen Raumteil angesehen. . . . Von den beiden Arten der Phasenvergleichung ist die muskuläre die weitaus wichtigere, denn bei nicht sehr langsamen Bewegungen bedienen wir uns in den häufigsten Fällen des Hilfsmittels, mit den Augen zu folgen, da wir dann den Gegenstand längere Zeit und mit größerer Genauigkeit wahrnehmen; sein Bild hat nahezu die Konstanz eines ruhenden Objektes." — Die Übergangsempfindung ist der Verf. geneigt, als eine spezifische Empfindungsqualität anzusehen.

Witasek ist allerdings der Ansicht, daß alle drei Arten der von Stern bezeichneten Veränderungswahrnehmungen auf eine einzige unmittelbare zurückzuführen seien.

„Auf der psychologischen Seite liegt das Wesentliche der direkten Veränderungsauffassung darin, daß die dem physikalischen Reize unmittelbar entsprechenden Empfindungsinhalte zur psychischen Einheit durch einen hinzutretenden Vorstellungsinhalt zusammengefaßt werden, einen Inhalt, dem in den physikalischen Reizen nichts entspricht, und der so beschaffen ist, daß er gesondert von den Empfindungsinhalten, auf die er sich sozusagen gründet, gar nicht vorgestellt werden kann." Dieses Plus kommt auf psychischem Gebiete häufig vor, es ist die Gestaltsqualität von Ehrenfels.[1])

Aber so fruchtbar der Gedanke der Gestaltsqualität für manche psychische Gebiete ist, wie die Fassung der Melodie als einer von den einzelnen Tönen unterschiedenen Entität, so scheint sie hier kaum anwendbar, um den Tatsachen vollkommen gerecht zu werden.

Speziell über stetige Tonveränderung handelt Stern in dem Aufsatze: „Die Wahrnehmung von Tonveränderungen".[2])

Sieben Änderungsgeschwindigkeiten der Tonhöhen kamen zur Anwendung: $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_6$, $^1/_8$, $^1/_{12}$, $^1/_{16}$ Schwingung pro Sekunde. „Wie verhält sich die Wahrnehmungsschwelle für Tonveränderungen bei verschiedenen Graden der Veränderungsgeschwindigkeit?"

1) Beiträge zur Psychologie der Komplexionen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 14. Bd. S. 401 ff.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. 22. Bd. S. 1. ff.

Digitized by Google

„Die Veränderungsschwelle sinkt mit Abnahme der Geschwindigkeit."

Im Gegensatz zu früheren Forschern, Preyer, Scripture fand er: „Bei gleichem Umfange der Veränderung ist das Urteil um so sicherer, je geringer die Geschwindigkeit der Veränderung ist." „Die Wahrnehmbarkeit allmählicher Veränderungen ist um so feiner, je geringer die Geschwindigkeit ist und zwar sind die Differenzen der Wahrnehmbarkeit sehr beträchtlich; das zur Veränderungswahrnehmung nötige Quantum der Veränderung ist in grober Annäherung proportional der angewandten Geschwindigkeit." „Es gibt eine gewisse Zeitgegend, innerhalb welcher die Tendenz zur Fällung eines Veränderungsurteils am größten ist." Während also Preyer mit Abnahme der Geschwindigkeit eine Abnahme der Empfindlichkeit proportional gehen läßt, konstatiert Stern, wenn auch nicht gerade als ganz allgemeines Gesetz: „Zunahme der Unterscheidungsfähigkeit bei Abnahme der Änderungsgeschwindigkeit."

Auch auf anderen Gebieten wird eine ähnliche Gesetzmäßigkeit beobachtet. Schon früher hatte er gefunden: „a) Bei der Wahrnehmung von Helligkeitsveränderungen wird bei gleicher Anfangsgeschwindigkeit, wenn die absolute Geschwindigkeit abnimmt, die relative Empfindlichkeit größer." „b) Bei Wahrnehmung von Bewegungen vermittels des Auges fand ich an einer vom Auge weit entfernten langsam oszillierenden Bewegung von geringer Elongation, daß die langsamste Bewegung (72 Schwingungen in der Minute) deutlicher wahrgenommen wurde, als die doppelt so schnelle von gleicher Elongation." c) Scripture fand: Je größer die Geschwindigkeit des Aufsteigens des Tones war, um so stärker mußte der Reiz sein, der noch eine merkliche Wahrnehmung erzeugte.

St. Hall und Y. Motora fanden für allmähliche Druckänderungen: „daß die Unterscheidungsfähigkeit mit abnehmender Geschwindigkeit der Veränderung stark zunehme, falls der ganze Beobachtungsakt innerhalb eines Zeitraums von etwa zehn Sekunden beendet war. Dauerte er länger, so fand eine ganz langsame Abnahme der Unterscheidungsfähigkeit statt."

Stern fand weiter:[1])

„Kontinuierliche Tonveränderungen werden besser bemerkt als die entsprechenden Tonunterschiede." „Die Urteilsfähigkeit steigt mit zunehmendem Tonumfang; doch ist diese Zunahme eine viel geringere

1) Die Wahrnehmung von Tonveränderungen. A. a. O. S. 360.

Digitized by Google

bei diskreten Reizen als bei kontinuierlichen." „R. ist imstande, Veränderungen und Unterschiede von dem Umfange einer Viertelschwingung ziemlich häufig richtig zu erklären." „Bei kontinuierlichen Veränderungen wird Erhöhung sicherer beurteilt als Vertiefung, während Vertiefungen besonders gut bei direkten Reizen erkannt werden." „Die Wahrnehmungsfähigkeit für die Gleichheit zweier sukzessiver Töne ist außerordentlich gering, weit geringer als die für das Gleichbleiben eines anhaltenden Tones, ferner geringer als die Wahrnehmungsfähigkeit für diskrete Verschiedenheiten." „Die Wahrnehmung kontinuierlicher Konstanzen ist wesentlich abhängig von dem Kontrast, in dem sie zu unmittelbar vor und nachher vorkommenden Veränderungen stehen. Bei diskontinuierlichen Gleichheiten fehlt diese Kontrastwirkung völlig." „Tonveränderungen werden besser gemerkt, wenn sie zur Erreichung eines bestimmten Umfanges 6, als wenn sie dafür 2 oder 4 Sekunden brauchen; zwei getrennte Einzeltöne werden besser unterschieden, wenn ihre Trennungszeit 6, als wenn sie nur 2 oder 4 Sekunden beträgt. Von 6 zu 8 Sekunden tritt dann eine Abnahme der Urteilssicherheit ein, die bei weiter wachsender Zeitdauer wahrscheinlich anhalten würde. Es stellt also die Zeit von 6 Sekunden einen optimalen Zeitwert für die Wahrnehmung von Veränderungen und Verschiedenheiten dar."

Das stimmt mit den früheren Beobachtungen des Verf.'s überein: „Bei gleichem Umfange der Veränderung ist das Urteil um so sicherer, je geringer die Geschwindigkeit (oder je länger die Dauer) ist"; und: „Es gibt eine gewisse Zeitgegend, innerhalb welcher die Tendenz zur Fällung des Veränderungsurteils am größten ist." Ähnliche Optimalzeiten fanden Wolfe (4—7"), Lewy (3—7"), Lehmann (4—6"). „Wenn ceteris paribus die Zeitdistanz zwischen den beiden Grenzphasen wächst, so findet zwischen 2" und 6" weder bei kontinuierlichen Veränderungen noch bei diskreten Unterschieden eine Abnahme der Wahrnehmungsfähigkeit statt. Vielmehr zeigt sie für Veränderungen bei 6" eine starke Kulmination, für diskrete Unterschiede bleibt sie innerhalb der angegebenen Zeit ziemlich konstant. Von 6"—8" stellt sich bei beiden Reizformen eine Abnahme der Urteilsfähigkeit ein."

Warum werden kontinuierliche Reizänderungen besser wahrgenommen als diskrete? Die psychische Präsenzzeit (etwa 2") erstreckt sich über eine ausgedehnte Dauer; was in sie fällt, ist Anschauungstatsache, nicht reproduziert. Eine längere Dauer der Veränderung besteht nicht aus Momenten, sondern aus Stadien zusammenhängender Stadien, deren jedes für sich schon ein evidentes Urteil zu begründen vermag. Bei kontinuierlichen Reizen beruhen die Konstanzurteile auf

Digitized by Google

wirklichen Anschauungsurteilen. Das gilt auch von den Veränderungsurteilen, wenn die Dauer kurz ist. Dagegen können die Urteile über diskrete sukzessive Reize nur durch Vergleichung mit reproduzierten Wahrnehmungen vollzogen werden. Zugleich ist bei den kontinuierlichen Reizen die Möglichkeit mehrfacher Kontrolle vor dem definitiven Urteile gegeben.

Die Optimalzeit ergibt sich als Folge eines periodischen Auf- und Niederschwellens der psychischen Energie. Dieselbe dürfte einen Kulminationspunkt einer Präsenzzeit darstellen, speziell mit dem zweiten Kulminationspunkt zusammenfallen; „das erste Beobachtungsstadium diente dazu, den Anfang des Reizes entgegenzunehmen, das zweite führte das Urteilen herbei". „So ist denn die Wahrnehmung kontinuierlicher Veränderungen psychologisch auch darum so interessant, weil bei ihr die Wirkung der Optimalzeit in einer Reinheit und einer Stärke, wie vielleicht bei keinem anderen Phänomen zum Ausdruck kommt."

„Die Veränderungsschwelle sinkt mit Abnahme der Geschwindigkeit." Je langsamer sich der Ton verändert, um so feiner ist die Wahrnehmbarkeit der Veränderung. Wie erklärt sich dieses auffallende Resultat? Durch „Das Gesetz der Optimalzeiten": „Wird ein sich ändernder Reiz beobachtet, so gibt es innerhalb der Beobachtungszeit gewisse günstige Stadien, in denen die Wahrnehmungsfähigkeit bezw. die Tendenz, eine Urteils- oder Bewegungsreaktion zu vollziehen, besonders stark ist. Da innerhalb einer solchen Optimalzeit Veränderungen verschiedener Geschwindigkeit zur Wahrnehmung gelangen können, so sind die langsameren Veränderungen, welche bis zu jenem Zeitpunkt erst einen geringeren Umfang erlangt haben, relativ günstiger gestellt." Erhöhungen werden besser erkannt als Vertiefungen.[1])

G. Malcolm Stratton hat Beobachtungen „Ueber die Wahrnehmung von Druckveränderungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten" angestellt.[2])

Frühere Beobachter fanden teils eine leichtere Auffassung einer Druck- oder Helligkeitsänderung bei schnellerer Veränderung, andere bei langsamerer Veränderung. Leichter ist die Auffassung jedenfalls bei instantaner Veränderung; denn bei stetiger Abnahme wird sie mit abnehmender Schnelligkeit leichter, bis wieder bei sehr langsamer Veränderung ein Umschlag eintritt.

1) A. a. O. 22. Bd. S. 1 ff.
2) Philos. Studien. 1896. 12. Bd.

Digitized by Google

Verf. kommt aber zu dem Ergebnis, daß ein einziges Gesetz alle drei Fälle umspannt: „Von den momentanen Druckveränderungen an bis zu sehr langsamen finden wir dasselbe Gesetz bestätigt, welches die allgemeine Erfahrung bei äußerst langsamen Veränderungen schon andeutet, nämlich, daß je kleiner die Geschwindigkeit ist, um so größer die eben merkliche Veränderung sein muß. . . Die hier gefundenen Tatsachen scheinen ihre Erklärungen am leichtesten durch den allgemeinen Einfluß der Kontinuität bei der Wahrnehmung von Unterschieden zu finden. Unterschiede sind nämlich um so leichter wahrnehmbar, je unmittelbarer die zu vergleichenden Gegenstände (soweit nur eine Verschmelzung derselben ausgeschlossen ist) neben einander liegen." Die Leichtigkeit des Erkennens ist auch verschieden für Zunahme und Abnahme der Veränderung; erstere ist leichter wahrnehmbar als letztere, und die Veränderung überhaupt leichter erkennbar als ihre Richtung, d. h. ob Zu- oder Abnahme.

Messung des Bewußtseinsumfangs.

Mit der Frage über die Schätzung zweier wenig unterschiedenen Zeitstrecken hängt eine andere über die Vergleichung zweier wenig unterschiedenen Komplexe von Eindrücken zusammen. Zu ihrer Lösung hat „Untersuchungen über den Umfang des Bewußtseins bei regelmäßig aufeinander folgenden Schalleindrücken" unter Leitung W. Wundt's Georg Dietze angestellt.

Interessant ist die Frage, ob wir gleichzeitig mehr als eine Vorstellung im Bewußtsein haben können oder nicht. Waitz und Steinthal behaupten die Einzigkeit, Herbart, Fortlage, Hamilton die Mehrheit, letzterer bestimmt dieselben auf 6—7. Dietze versucht auf folgende Weise die Frage einer Lösung entgegenzuführen. Man untersucht, wie viele Taktschläge eines Metronoms sicher mit einer andern Zahl regelmäßig aufeinander folgenden Schalleindrücke verglichen werden kann. Man nimmt zu diesem Zwecke als Normalzahl eine Reihe von Schlägen, sodann eine Reihe, die um einen Schlag von dieser differiert. Alsdann sieht man zu, ob der Unterschied noch bemerkt wird.

In einem weiteren Versuche macht man die zweite Reihe der erstern gleich und sieht zu, ob die Gleichheit richtig geschätzt wird. So findet man leicht, daß man eine Reihe von wenigen, z. B. von 2, 3 oder 4 Schalleindrücken mit einer andern noch leicht vergleicht. Die Methode hat Ähnlichkeit mit der der ebenmerklichen Unterschiede. Man nimmt z. B. als Normalzahl 8 Schläge, und sieht dann zu, ob eine Reihe von 7, 8, 9 Schlägen noch in den meisten Fällen kleiner,

Digitized by Google

gleich, größer als erste geschätzt wird. In den Versuchen ergab sich, bei Normalzahl 8

Vergleichungszahl	7	8	7	9	9	8	7	8	9	8
Urteil:	kleiner	gleich	kl.	größer	gl.	gl.	kl.	gr.	gr.	gl.

Man sieht, daß in 10 Fällen achtmal richtig geschätzt wurde, woraus sich ergibt, daß wir Reihen von sieben, neun, acht Eindrücken noch ziemlich gut mit einander vergleichen können. Wir könnten sie aber nicht mit einander vergleichen, wenn sie nicht gleichzeitig einigermaßen im Bewußtsein blieben.

Aus zahlreichen Versuchen ergab sich nun

1. daß die Zahl der miteinander vergleichbaren Schalleindrücke wesentlich von der Geschwindigkeit ihrer Aufeinanderfolge abhing. Die Zahl der zusammenfaßbaren Eindrücke nimmt mit der Geschwindigkeit ihrer Aufeinanderfolge zu. Jedoch ergibt sich eine Geschwindigkeit, bei welcher die meisten Eindrücke zusammengefaßt werden können, von da nimmt die Leichtigkeit sowohl bei zu- als abnehmender Geschwindigkeit ab, bis sie bei völliger Unmöglichkeit einen Grenzwert erreicht. Dieser untere Grenzwert liegt bei allen Versuchspersonen bei 4" (d. h. die einzelnen Schläge folgen je nach 4" aufeinander). Wird das Intervall größer, so hört die Möglichkeit der Zusammenfassung auf; an diesem Grenzwerte können nur noch vier Eindrücke zusammengefaßt werden.

Weniger übereinstimmend zeigt sich die obere Grenze, sie betrug beispielsweise bei einem Beobachter B. Gühne 9,11".

Zwischen beiden Grenzwerten liegt nun derjenige Punkt, wo die meisten Eindrücke zusammengefaßt werden. Derselbe liegt zwischen 0,3 und 0,18", die Verschiebung bei den einzelnen Versuchspersonen ist nur gering.

Bei dieser günstigen Geschwindigkeit der Schalleindrücke nun können noch 16 Eindrücke, ohne Untergruppierungen vorzunehmen, im Bewußtsein behalten werden. Wenn aber eine rhythmische Gruppenbildung innerhalb der Reihe der Auffassung zu Hülfe kommt, lassen sich 40 Eindrücke (5.8), oder wenig darüber, bei ungraden Schlägen etwas weniger, 35 oder 37, vielleicht auch 39 auffassen.

Es ist auffallend, daß eine gerade Anzahl von Schlägen viel größer sein darf, als eine ungerade, um aufgefaßt werden zu können. Wenn eine gerade Anzahl 2n bequem aufgefaßt werden kann, so läßt sich nicht immer die um eins kleinere Zahl 2n−1 bequem auffassen. Unter den geraden Zahlen haben einen Vorzug 4, 6, 8, 16, unter den ungeraden 3, 5, 7, sodann kommen 9 und 15, schwer auffaßbar sind 11 und 13, ganz unfaßbar 17.

Digitized by Google

Daß wir die geradzahligen Eindrücke viel leichter zusammenfassen können, weist auf den Einfluß der rhythmischen Gliederung hin; selbst wenn dieselbe nicht beabsichtigt ist, vereinigen wir die Schalleindrücke in Gruppen von wenigstens zwei. Längere Reihen (über 16) lassen sich nur noch durch Gruppenbildung auffassen.

Gruppen von acht Gliedern sind die faßlichsten; jedoch sind auch solche von 3, 4, 5, 6 Schlägen möglich, die Gruppen selbst dürfen die Zahl 6 nicht übersteigen.

J. Schumann (Über das Gedächtnis für Komplexe regelmäßig aufeinander folgender, gleicher Schalleindrücke) [1]) bestreitet die Beweiskraft dieser Versuche:

„Werden, wie es bei den Untersuchungen von Dietze geschah, die Versuche in der Weise angestellt, daß öfters hinter einander mit derselben Normalgruppe operiert wird, so wird diese Gruppe, wie sie durch ihre Anzahl charakterisiert ist, in das motorische bezw. sensorische Gedächtnis aufgenommen. Während man nämlich im allgemeinen nach jedem Schlage einen folgenden erwartet und die begleitenden Bewegungen vorbereitet, hört diese Erwartung und Vorbereitung nach mehrmaligem Operieren mit derselben Normalgruppe unwillkürlich mit dem letzten Schlage der Normalgruppe auf. Bei der Vergleichsgruppe hört dann ebenfalls die Vorbereitung und Erwartung auf, sobald die Anzahl der Schläge derjenigen der Normalgruppe gleich geworden ist. Folgt nun bei der Vergleichsgruppe noch ein Schlag oder eine Anzahl von Schlägen, nachdem die Erwartung zu Ende ist . . . so hält man die Vergleichsgruppe für größer . . . als die Normalgruppe." Schumann bestreitet also das gleichzeitige Bewußtsein von den vorausgehenden Pendelschlägen mit den nachfolgenden.

Wundt hat diese Einwände dadurch zu entkräften gesucht, daß er auf den großen Unterschied des Bewußtseins bei allzu rasch oder allzu langsam erfolgenden Schalleindrücken einerseits und den in der rechten Mitte liegenden (4") andererseits hinweist. Bei den zu rasch sich ablösenden werden die einzelnen gar nicht aufgefaßt, bei den langsamen muß der vorhergehende aus der Erinnerung genommen werden, um mit dem folgenden verglichen werden zu können. Bei der günstigen Geschwindigkeit aber wird der spätere unmittelbar mit dem früheren verglichen. Beide müssen also gleichzeitig im Bewußtsein sich finden.

W. Wundt hat sich ausführlicher erklärt in der Abhandlung „Über die Methoden der Messung des Bewußtseinsum-

1) Zeitschr. für Psych. und. Phys. der Sinnesorgane 1890. S. 75.

Digitized by Google

fanges".[1]) Zwei Methoden sind in Anwendung gebracht worden, um die Frage zu entscheiden, wie viele einzelne Vorstellungen gleichzeitig im Bewußtsein vorhanden sein können. Die erste ist die der instantanen Beleuchtung durch den elektrischen Funken, oder die Anwendung des Fallchronometers, welche dartut, daß in dem entscheidenden Momente eine wenn auch beschränkte Mehrheit von Eindrücken unmittelbar und simultan apperzipiert wird, während einige anderen erst nachträglich, in der Erinnerung deutlich unterschieden werden. Eine scharfe Messung der Zahl gleichzeitiger Eindrücke läßt diese Methode nicht zu.

Dazu dient die zweite Methode der sukzessiven Schalleindrücke. Es wird festgestellt, wie viele zu einem Ganzen vereinigten Schalleindrücke noch von einem andern, wenig größeren Ganzen unterschieden werden können. Dabei muß aber die Voraussetzung gemacht werden, „daß wir nur dann durch unmittelbare Anschauung komplexe Sinnesvorstellungen qualitativ oder quantitativ als gleich oder verschieden auffassen können, wenn von den zwei mit einander verglichenen Vorstellungen jede als ein simultanes Ganze im Bewußtsein anwesend war. Wir werden dagegen nicht durch unmittelbare Anschauung, sondern höchstens auf Grund einer mehr oder wenig verwickelten Reflexion einander ähnliche komplexe Vorstellungen vergleichen können, wenn deren Bestandteile zu verschiedenen Zeiten Inhaltsbestandteile des Bewußtseins gebildet haben."

Nun hat aber F. Schumann die Behauptung aufgestellt, es lasse sich die Gleichzeitigkeit der betreffenden Eindrücke nicht beweisen. Dagegen macht Wundt geltend, daß man bei momentaner Beleuchtung wie bei sukzessiven Schalleindrücken recht wohl die Gleichzeitigkeit beurteilen könne.

„Man biete dem Auge bei instantaner Beleuchtung eine zusammengesetzte geometrische Figur, z. B. ein reguläres Sechseck, welches durch eine gerade in zwei viereckige Hälften geteilt ist. Dann biete man bei zwei folgenden Erleuchtungen je ein Viereck, das genau in Form wie Lage je einer der beiden Hälften der ersten Figur entspricht. Man wird finden, daß das Urteil, die zwei letzten Figuren seien zusammengenommen der ersten gleich, immer erst nach einiger Zeit und auf Grund einer deutlich sukzessiven Vergegenwärtigung und Vergleichung der beiden Teilfiguren mit dem Gesamtbilde zustande kommt."

Ähnliches gilt von den sukzessiven Schalleindrücken. Folgen

1) Philos. Studien. 1890. S. 250.

Digitized by Google

dieselben nämlich nicht rasch genug hintereinander (über 4 Sekunden Intervall), so „bleibt der einzelne Schalleindruck völlig isoliert. Wenn der ihm nachfolgende kommt, so faßt man ihn zwar als dem vorangegangenen gleich auf, aber man hat deutlich die Vorstellung, daß dies nicht geschieht, weil er unmittelbar noch mit ihm und einer ganzen Reihe weiterer vorangegangener Eindrücke im Bewußtsein koëxistiert, sondern daß der schon verschwundene frühere Eindruck erst mittelst eines Erinnerungsaktes reproduziert wird." Folgen aber die Eindrücke zu rasch hintereinander (unter 0,1 Sekunde Intervall), „so hat man die Vorstellung einer rasch durch das Bewußtsein hindurcheilenden Folge von Eindrücken, von denen in einem gegebenen Momente mit dem gerade einwirkenden immer auch eine größere, aber nicht näher bestimmbare Anzahl vorangegangener im Bewußtsein anwesend ist." „Wählt man nun Geschwindigkeiten, welche zwischen den angegebenen Grenzwerten in der Mitte liegen, so ist die Erscheinung, die sich darbietet, der bei raschester Folge der Eindrücke zunächst darin ähnlich, daß man die deutliche Vorstellung hat, den neu eintretenden Pendelschlag nicht erst vermittelst eines Erinnerungsaktes als gleich mit dem vorangegangenen zu empfinden, sondern weil man ihn mit diesem und sogar mit einer Anzahl weiter vorausgehender Eindrücke unmittelbar in eine Gesamtvorstellung zusammenfaßt."

W. Wirth hat der Frage eine ganz neue Wendung gegeben. In der Festschrift zu Wundt's 70. Geburtstag („Zur Theorie des Bewußtseinsumfanges und seiner Messung") sagt er:

Von der Messung des gesamten Bewußtseinsumfangs kann keine Rede sein, sondern nur vom akustischen, das Wundt untersuchte, oder optischen, welches Verf. gemessen. Auch eine völlige Gleichzeitigkeit ist nicht zu verlangen. „Die Enge des Bewußtseins äußert sich nicht so sehr in einer festen Einschränkung der Zahl von unterscheidbaren Elementen, die innerhalb des gesamten Bewußtseins mit seiner apperzeptiven und perzeptiven Region vorkommen, als insbesondere in einer Einschränkung des Gesamtwertes der verschiedenen Klarheitsgrade der simultan bewußten Einzelmomente." „In derjenigen Versuchsreihe, in welcher die zwölf um den Mittelpunkt (der Drehscheibe) symmetrisch gelagerten Figuren, nach Ausschluß der 12 Eckfiguren, allein den Urkomplex bilden, wurden immer nach einer gewissen Anzahl von (tachistoskopischen) Expositionen des Urkomplexes ... sämtliche 13 Figuren so klar beherrscht, daß jede einzelne Variation in dem näher bezeichneten Umfang noch sicher erkannt und richtig lokalisiert wurde." „Die einmalige Exposition von drei oder vier Figuren wurde nach hinreichender Übung und Geläufigkeit der 17

Digitized by Google

Figuren richtig wiedergegeben." „Bei den Vergleichsversuchen wurde die Ungleichheit von fünf Figuren durch eine einzige Variation . . . noch durchweg als richtig erkannt."

Auch auf dem I. Kongreß für experimentelle Psychologie hat Wirth diesem Gedanken Ausdruck gegeben.

Pfänder urteilt wenig günstig über die Messungen des Bewußtseinsumfangs; Wirth gesteht er zu, daß er Klarheit in die Frage zu bringen beginne.

Es müssen auch nach Pfänder zwei Fragen unterschieden werden. Die Messung bezieht sich „entweder auf die größtmögliche Gliederung des Aufmerkens oder auf die Fähigkeit, durch aufmerksame Vergleichung, Unterschiede zwischen zwei sonst gleichartigen Ganzen zu erkennen, die durch Verdichtung verschiedener Anzahlen von gleichartigen Elementen entstanden sind".

Die erste Frage lautet: „Wie viele gesonderte Aufmerksamkeitsstrahlen können gleichzeitig vom psychischen Subjekt ausgehen?" Die andere Frage sucht festzustellen, „wie viele gleichartige Einheiten, z. B. gleichartige Taktschläge zu einem Ganzen verdichtet bei angespanntester Aufmerksamkeit noch sicher unterschieden werden können von einem anderen Ganzen, das durch Verdichtung einer wenig größeren oder kleineren Anzahl derselben Einheiten entstanden ist. Es handelt sich also um die aufmerksame Vergleichung zweier gleichartigen komplexen Gegenstände, die durch nur wenig verschiedene Anzahlen von gleichartigen Elementen entstanden sind." [1])

Fragt man nach dem Werte dieser Untersuchungen behufs Lösung der Frage nach der Weite des Bewußtseins, so glauben wir, daß sie die von Waitz und Steinthal gestellte Frage nicht berühren. Wenn man behauptet, daß gleichzeitig nur eine Vorstellung im Bewußtsein sich finden könne, so versteht man darunter die deutliche und bestimmte Vorstellung, womit recht gut verträglich ist, daß andere Vorstellungen nicht bloß habituell im Gedächtnisse aufgespeichert sind, sondern auch aktuell, wenn auch weniger bestimmt, vorhanden sind; dies ist immer der Fall, wenn wir mehrere Vorstellungen mit einander vergleichen, um z. B. ihre Identität oder Verschiedenheit zu erkennen. Denn der Vergleichende muß beide Vergleichungsglieder irgendwie zusammen im Bewußtsein haben. Und darum sind wir der Meinung, daß wenn wir wirklich 16 oder selbst 40 Glieder einer Reihe als größer oder kleiner, als eine andere, oder derselben gleich schätzen, unser Bewußtsein dann eigentlich 32 oder 80 Schläge auf einmal umfaßt.

1) Einführung in die Psychologie. Leipzig 1904. S. 343 ff.

Digitized by Google

Eine solche Mehrheit von bewußten Vorstellungen muß immer durch irgend welches Band miteinander verknüpft, die Vielheit zu einer Einheit verbunden sein. So ist es z. B. möglich, wenigstens drei Vorstellungen gleichzeitig im Bewußtsein zu haben, wenn wir dieselben zu einem Urteile verbinden; in der Auffassung der Identität oder der Verschiedenheit zweier Begriffe durch das Urteil ist der Subjektsbegriff, der Prädikatsbegriff und die Übereinstimmung beider oder ihre Nichtübereinstimmung zugleich vorgestellt.

In einem Satze mit zusammengesetztem Subjekte und Prädikate kann die Zahl der gleichzeitig bewußten Vorstellungen noch mehr wachsen, noch mehr, wenn wir einen Syllogismus, zumal einen zusammengesetzten erfassen. Derselbe hat für uns keine Bedeutung, wenn wir die Konsequenz nicht durchschauen. Die Konsequenz liegt aber in der eigentümlichen Verknüpfung dreier Sätze unter einander. Es müssen also alle drei gleichzeitig im Bewußtsein sich finden; sind dieselben nun sehr kompliziert, so sieht man leicht, wie die Zahl der gleichzeitig bewußten Vorstellungen ziemlich groß sein kann. Dabei kann freilich im Blickpunkt des Bewußtseins immer nur eine Vorstellung oder eine Beziehung von Vorstellungen sein: nur eine scharf aufgefaßt werden. Vielleicht wäre diese logische Methode geeigneter, um sich über die Zahl der gleichzeitig bewußten Vorstellungen zu vergewissern, als jene messenden Experimente.

Digitized by Google

Elftes Kapitel.

Der Gesichtssinn.

Ehe wir die zahlreichen Experimente über das Sehen selbst anführen, müssen wir die neuesten Forschungen über das menschliche Auge selbst, seine Tüchtigkeit und Zweckmäßigkeit, seine Konstruktion erwähnen, zumal dieselbe von hervorragenden Physiologen bekritelt worden ist.

Das Auge.

Darüber hat A. Kirschmann[1]) eine eingehende Untersuchung angestellt.

Helmholtz hatte dem menschlichen Auge bekanntlich große Unvollkommenheiten vorgeworfen, die auf Nachlässigkeit des Technikers schließen lassen. Darunter zählt er insbesondere die von der Dispersion des Lichtes in unserem Auge herrührenden „Zerstreuungskreise" auf.

Dagegen sagt A. Kirschmann:

„Die sogn. ‚Zerstreuungskreise' sind nicht etwa nur ein unvermeidliches Übel, sondern sie werden von unserm Gesichtssinne als wichtige Daten zur Ausmessung des Sehraumes nach der Tiefendimension verwandt. Daß mit der Eliminierung der Zerstreuungskreise auch die Notwendigkeit der Akkommodation und damit ein wichtiges primäres Hilfsmittel der monokularen Tiefenwahrnehmung in Wegfall käme, ist ohne weiteres klar. Wir werden aber im Folgenden nachzuweisen versuchen, daß die Zerstreuungskreise des indirekten Sehens auch noch in anderer Hinsicht für die Tiefenvorstellung von Bedeutung sind."

„Die Inkongruenz der beiden für die Ausmessung des Sehraums maßgebenden Größen, des Gesichtswinkels (quantitative Lokalzeichen) und des Drehungswinkels (intensive Lokalzeichen), sowie die damit zusammenhängenden relativen Ortsveränderungen der Netzhaut-

1) Die Parallaxe des indirekten Sehens und die spaltförmigen Pupillen der Katze. Philosoph. Studien 1893. S. 447.

Digitized by Google

bilder bei der Akkommodationsänderung, der Drehung des Auges oder der derselben äquivalenten Bewegungen der Objekte ist eine unumgängliche Eigenschaft eines jeden nach dem Prinzip der Dunkelkammer gebauten Auges. Sie ist eine spezifische Eigenschaft des indirekten Sehens, und ihr Einfluß nimmt mit der Annäherung an das Netzhautzentrum ab und erreicht in diesem Punkte den Wert Null. Es müßte nun wunderlich zugehen, wenn in einem Organ, welches wie das Auge des Menschen und der höheren Wirbeltiere, sowohl als Unterscheidungs- wie als Bewegungsapparat ein Präzisionsinstrument allerersten Ranges darstellt, die aufgeführten optisch unvermeidlichen Eigenschaften, die überdies einen ganz gesetzmäßigen Gang einhalten, nur als ‚Übelstände' bestehen sollten. Es ist vielmehr mit Sicherheit anzunehmen, daß der Gesichtssinn die erwähnten, in gesetzmäßiger Beziehung zur Tiefendimension stehenden Abweichungen als *Daten zur Gewinnung einer Tiefenwahrnehmung* verwendet, so daß das monokulare Sehen in dieser Hinsicht nicht lediglich auf die die Akkommodationsänderungen begleitenden Muskelempfindungen angewiesen ist." „Diese gesetzmäßige Variabilität der Zuordnung zwischen quantitativen und intensiven Lokalzeichen ist eine *spezifische Eigenschaft des indirekten Sehens* und unterstützt die mehr dem direkten Sehen angehörende der Akkommodationsänderung adhärierende Muskelempfindung bei der Hervorrufung der monokularen Tiefenwahrnehmung."

Die Wirkungen der Pupillenverengerung sind nach dem Verfasser nicht bloß 1. „Abschwächung der Lichtstärke", sondern auch 2. „Verminderung der Ausdehnung der Zerstreuungskreise". 3. Verminderung der Ungenauigkeit in der Deckung derselben Visierlinie angehörigen Netzhautprojektionen, d. i. schärfere Ausprägung der Visierlinien des indirekten Sehens. 4. Verminderte Möglichkeit der partiellen Deckung der zu verschiedenen Visierlinien gehörenden Zerstreuungskreise. 5. Größere Deutlichkeit der bei Akkommodationsänderungen und Drehungen des Auges stattfindenden Veränderungen in den gegenseitigen Lageverhältnissen der Netzhautprojektionen. 6. Größere Deutlichkeit der Doppelbilder und der bei Konvergenzbewegungen und Drehungen des Doppelauges stattfindenden Änderungen der Lagenverhältnisse derselben. „Wenn unsere Theorie richtig ist, so haben die beiden Formen der Pupillenreaktion, diejenige auf Veränderung der Lichtstärke und die bei Änderung der Akkommodation und Konvergenz ursprünglich nichts miteinander zu schaffen", was auch durch Beobachtungen an operierten Blindgeborenen bestätigt wird.

Hinsichtlich der Form der Pupille ist „für ein Auge, welches

Digitized by Google

der Aufgabe neben der deutlichen Wahrnehmung der Gestalt der Gegenstände auch eine möglichst brauchbare und genaue Tiefenvorstellung zu vermitteln, für alle Meridiane des Sehfeldes in gleicher Weise gerecht werden soll, unbedingt die kreisförmige Pupille geboten, da jede Abweichung von derselben Verzerrungen in der Konfiguration der Netzhautbilder und eine ungleichmäßige Verwertung der primären Hilfsmittel der Tiefenwahrnehmung zur Folge haben muß. Für ein Auge dagegen, welches aus irgend einem Grunde eine bestimmte Meridianrichtung bevorzugt, d. h. in ihr eine besonders genaue Tiefenauffassung verlangt . . . ist der in allen Fällen erhalten bleibende Kreis nicht mehr die günstigste Form der Pupille. . . Da Deutlichkeit der Doppelbilder, geringe Ausdehnung der Zerstreuungskreise und scharfe Distinktion der Visierlinien in dem angenommenen Falle nur für *eine* Richtung besonderen Wert haben, für die übrigen Meridiane dagegen mehr oder minder irrelevant sind, so werden die gestellten Anforderungen für jene besonders in Betracht kommende Richtung dann am genauesten und unter geringstem Helligkeitsverlust erfüllt sein, wenn die Kontraktion der bei größter Öffnung kreisförmigen Pupille nur in der Richtung des bevorzugten Meridians selbst erfolgt. Ist die bezüglich der Tiefenwahrnehmung bevorzugte Meridanebene die Horizontalebene des Auges, so ist eine senkrechte spaltförmige Pupille die leistungsfähigste. Ein solches Auge, in welchem hinsichtlich der geforderten Leistungsfähigkeit der Sehschärfe und Tiefenwahrnehmung die verschiedenen Meridiane keineswegs gleichwertig sind, ist nun *das Auge der Katze*." Sie erspäht und erlauert ihre Beute in der Horizontalebene, sie drückt den Kopf in die Ebene der Mäuse und Vögel, nämlich auf den Boden. Daß die Katze ein Nachtraubtier ist, erklärt nicht hinreichend den senkrechten Spalt der Pupille.

Der Verf. erklärt auch noch andere Helmholtz'sche „Nachlässigkeiten" am Auge.

„1. Die Abweichung der Gestalt der Netzhaut von *einer Kugeloberfläche*." „Die Abweichung des Auges von derjenigen einer vollkommenen Kugel ist eine solche scheinbar unwesentliche Unregelmäßigkeit, die sich bei genauer Erwägung als eine sehr zweckmäßige Schutzeinrichtung gegen nachteilige Druckwirkungen erweist. Der Augapfel ist bei seinen Bewegungen vielfach dem von den umgebenden Muskeln und Schädelteilen ausgeübten Drucke, besonders in äquatorialer Richtung ausgesetzt. Wäre nun der Bulbus eine genaue Kugel, so müßte sich dieser Druck in höchst störender Weise bemerkbar machen. Da die sphärische Fläche für einen gegebenen Rauminhalt

Digitized by Google

die kleinstmögliche Oberfläche ist, so müßte erstlich jeder auf den Augapfel ausgeübte Druck eine schädliche, unter Umständen verhängnisvolle Spannung sowohl der Flüssigkeiten im Inneren als auch der einhüllenden Membranen hervorrufen. Zweitens würden durch die mit der Verkleinerung des Raumgehaltes notwendig verbundene Verdichtung der brechenden Medien die Brechungsindizes geändert werden, was natürlich eine außerordentliche Störung herbeiführen würde. Die tatsächlich bestehende sphäroidische Gestalt aber hat zur Folge, daß das Auge die durch Druck bedingten Gestaltsveränderungen und lokalen Deformationen seiner Oberflächen ertragen kann, ohne mit vermehrter Spannung und Änderung des Brechungsvermögens reagieren zu müssen."

Auch für die übrigen „Vernachlässigungen" im Bau des Auges bringt Verf. die Gründe vor; entweder sind sie ohne Einfluß auf den Zweck des Auges oder sie dienen anderen Zwecken z. B. der Tiefenwahrnehmung.

Über den Vorwurf Helmholtz äußerte sich auch R. Handmann.[1])

Helmholtz hatte gesagt, er würde einem Mechaniker sein Instrument mit Protest zurückgeben. Als Fehler führte er an: Farbenzerstreuung, Astigmatismus, Lückenhaftigkeit im Gesichtsfelde, Gefäßschatten, unvollkommene Durchsichtigkeit der Medien und Fluoreszenz der Hornhaut. Handmann gibt zu, daß das Auge, wie alle Natureinrichtungen, nicht absolut vollkommen ist, daß manche Fehler durch Vererbung ständig geworden sein können. Und doch fungiert es ausgezeichnet und Helmholz muß bekennen: „Alle diese Unregelmäßigkeiten würden in einer künstlichen Camera obscura oder in dem von ihr erzeugten photographischen Bilde äußerst störend sein. Im Auge sind sie es nicht" Damit nimmt Helmholtz seine Anklage wieder zurück, noch mehr durch die Erklärung: „Ein verständiger Mann wird Brennholz nicht mit einem Rasiermesser spalten wollen und dementsprechend mögen wir annehmen, daß jede Verfeinerung des optischen Baues des Auges das Organ verletzlicher oder langsamer in seiner Entwickelung gemacht haben würde." Jedenfalls ist der physikalische Standpunkt ein einseitiger, der physiologische ist von größerer Bedeutung; die ganze Helmholtz'sche Theorie des Sehens leidet an Einseitigkeit.

Ganz analog könnte man jede andere organische Einrichtung bekritteln. Unsere Knochen und Sehnen bilden ein unvollkommenes Hebelwerk: die Anheftung der Muskeln könnte so bewerkstelligt sein, daß wir weit schwerere Lasten heben, weit größere Sprünge machen

1) Natur und Offenbarung. 1893. S. 742 ff.

Digitized by Google

könnten, etwa verhältnismäßig so große wie ein Floh. Aber das könnte nur auf Kosten anderer Schönheits- oder Zweckmäßigkeitsrücksichten geschehen. Das Auge könnte so vollkommen sein, wie nach Du Prel das der Bewohner von anderen Himmelskörpern: Teleskop und Mikroskop zugleich. Aber merkwürdig, unsere gescheidten Optiker und Physiologen können, nachdem der Zufall und die dummen Tiere ein so treffliches Organ gezüchtet haben, nicht einmal einige übrig gebliebene Mängel wegzüchten.

Über die hohe Zweckmäßigkeit des Auges als dioptrischen Instrumentes hat M. Tscherning schöne Beobachtungen und Messungen angestellt. Er führt aus:

Geht ein Lichtstrahl von einem Medium zu einem andern über, so wird er an der Trennungsfläche zum Teil reflektiert (nutzloses Licht). Ein Teil dieses verlorenen Lichtes wird von den Trennungsflächen der verschiedenen Medien wieder reflektiert, wodurch Bilder entstehen, welche die Deutlichkeit des Hauptbildes stören (schädliches Licht). Das menschliche Auge muß demnach sieben Bilder von abnehmender Klarheit bieten: vier von verlorenem Licht (0,026 vom ganzen Strahl), zwei von schädlichem Licht (0,0000246), während das Hauptbild (vom nützlichen Licht) 0,9736221 beträgt. „Man entnimmt aus diesen Zahlen, daß das Auge, was die Verteilung des Lichtes anlangt, allen dioptrischen Instrumenten und selbst einer einfachen Linse überlegen ist, indem nur etwas mehr als 2,5 % des einfallenden Strahles verloren geht, und das schädliche Licht ebenfalls auf ein Minimum reduziert ist.“ [1])

Eine spezielle außerordentlich feine Zweckmäßigkeit findet G. Abelsdorff[2]) in „der Änderung der Pupillenweite durch verschiedenfarbige Beleuchtung“.

Die Abhängigkeit der Pupillenweite von der Stärke der Beleuchtung ist doppelt zweckmäßig: 1° Das Auge wird durch die Pupillenverengung vor der störenden Nebenwirkung allzuhellen Lichtes bewahrt; 2° nimmt mit der Enge der Lichtkegel die Schärfe des Netzhautbildes zu.

Dies gilt von farblosem Lichte, während über farbiges Licht wenig Beobachtungen vorliegen. Der Verfasser beantwortet demnach die Frage: „Welcher Reizwert für die Bewegungen der Iris kommt den einzelnen Farben des Spektrums zu, stimmt die Verteilung dieser Werte mit derjenigen unserer Helligkeitsempfindung überein?“

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1892. 3. Bd. S. 429 ff. „Beiträge zur Dioptrik des Auges.“

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 22. Bd. S. 81.

Digitized by Google

Und er findet, „daß die Größe des Empfindungswertes, welche dem Gesamteindruck der Helligkeit einer Farbe zukommt, der Größe der auf das pupillenverengende Zentrum ausgeübten Reizung proportional ist. Die bei der Änderung der Lichtintensität und des Adaptionszustandes erfolgende ungleiche Änderung der Reizwerte verschiedener Lichter, welche bei dem sog. Purkinje'schen Phänomen in die Erscheinung tritt, kommt auch in der regulierenden Innervation der Pupillen zum Ausdruck."

Hierher gehört auch G. Abelsdorff's und H. Feilchenfeld's Abhandlung: „Über die Abhängigkeit der Pupillarreaktion von Ort und Ausdehnung der gereizten Netzhautfläche"[1])

1. „Mit der Ausdehnung des Netzhautreizes ist eine Steigerung der RE verbunden." 2. Die RE nimmt nach der Peripherie im dunkeladaptierten Auge in geringerem Maße ab, als im helladaptierten. 3. Der bei der Reizung der Netzhautperipherie eintretende Pupillarreflex wird nicht ausschließlich durch Miterleuchtung der Macula lutea, sondern auch von jener selbst ausgelöst.

Zum Verständnisse des Sehorgans dienen auch Beobachtungen Über den Lichtsinn augenloser Tiere. Die „Naturwissenschaftliche Wochenschrift" gibt von den Forschungen Nagel's[2]) über diesen Gegenstand ein ausführliches Referat[3]):

Der Vorgang des Sehens ist im allgemeinen an die Existenz von Augen geknüpft. Die Fähigkeit, hell und dunkel, Licht und Schatten zu unterscheiden, ist jedoch auch bei absolutem Fehlen von Augen denkbar. Notwendig ist dazu nur, daß in der Körperbedeckung des betreffenden Wesens sich Nervenendigungen befinden, welche für den Reiz der Lichtschwingungen empfänglich sind. Die Reizwirkung des Lichtes kann nun aber eine direkte oder eine indirekte sein. Indirekte Reizwirkungen übt das Licht selbst auf die Nerven der menschlichen Haut aus; auch abgesehen von der Wirkung der Wärmestrahlen, welche eben als Wärme empfunden wird, kann das Licht bei hoher Intensität und namentlich bei größerem Reichtum an den stärker brechbaren Strahlen in der menschlichen Haut Veränderungen erzeugen, die als Schmerz empfunden werden. Doch wird man darum der menschlichen Haut noch keinen Lichtsinn zuschreiben, vor allem deshalb nicht, weil die aus der Reizung resultierende Schmerzempfindung an

1) A. a. O. 34. Bd. S. 111.

2) Willibald A. Nagel, „Der Lichtsinn augenloser Tiere". Eine biologische Studie. Mit 3 Fig. Jena, Gustav Fischer. 1896.

3) 1896. 11. Bd. No. 51. S. 617 f.

Digitized by Google

und für sich nicht erkennen läßt, daß sie die Folge eines Lichtreizes ist — jeder andere Entzündungsreiz würde eben solche Empfindung erzeugen können, — und ferner auch deshalb nicht, weil jene Empfindung erst nach langdauernder Einwirkung des Reizes langsam und allmählich zustande kommt. Eine Äußerung des Lichtsinnes beim Menschen wird man nur da konstatieren, wo als Folge eines Helligkeitswechsels unmittelbar eine gerade für diesen Reiz charakteristische Empfindung auftritt. Bei Tieren werden wir uns freilich damit begnügen müssen, eine als unmittelbare Folge des Helligkeitswechsels eintretende motorische Reaktion als Kriterium für die Existenz des Lichtsinnes zu betrachten. Wir werden dabei die weitere Bedingung stellen müssen, daß der Versuch, um möglichst einwandfrei zu sein, mit mäßig hellem Licht (nicht direktem Sonnenlichte) angestellt sei, daß die dunklen Wärmestrahlen abgeblendet seien und andere, nicht beabsichtigte Reizwirkungen als ausgeschlossen gelten können.

Dem immer noch möglichen Einwande, daß bei empfindlichen Tieren selbst die Helligkeit des zerstreuten Tageslichtes eine schmerzhafte Empfindung erzeugen könne, würde am besten zu begegnen sein, wenn es gelänge, bei einem Tiere, bei welchem man Lichtsinn nachweisen will, ausgeprägte Reaktion auf plötzliche Beschattung, also auf Herabsetzung der herrschenden Helligkeit, zu erzielen. Von schmerzhafter Wirkung der Dunkelheit wird niemand sprechen wollen.

Derartige Versuche, bei welchen die hier aufgestellten Bedingungen erfüllt sind, lassen sich nun in der Tat an einer ganzen Reihe von Tieren mit dem prägnantesten Erfolge ausführen. Vor allem sind es einzelne Molluskenarten, die derartige Erscheinungen beobachten lassen.

Muscheln von den Familien der Cardiiden oder Veneriden z. B. reagieren prompt selbst auf leichte Verdunklung, auf einen Schattenstreifen, der über sie hinstreift. Sie schließen blitzschnell ihre vorher entfalteten Siphonen, unter Umständen auch die Schalen. Die Venusmuscheln verschwinden oft unter dem Einflusse eines solchen Reizes plötzlich im Sande, in dem sie sich mit Hilfe ihres muskulösen Fußes versenken.

Im übrigen sind die Reaktionen bei den einzelnen Arten recht verschieden, einzelne reagieren träge und unsicher, andere gar nicht. Bei manchen der letzteren findet man eine erheblich gesteigerte Empfindlichkeit, wenn man die Tiere in etwas erwärmtes Wasser bringt.

Manche Muschelarten reagieren außer auf Beschattung auch auf plötzliche Zunahme der Helligkeit, und zwar dann meistens in umgekehrtem Sinne, wie auf Beschattung, d. h. durch Vorstrecken und Erweitern der Siphonen. Wieder andere Muscheln scheuen das Licht

Digitized by Google

und suchen ihm zu entfliehen, z. B. die Sandmuschel (Psammobia). Die Lichtempfindlichkeit äußert sich bei diesen auch darin, daß sie, wenn sie im Halbdunkel ihre Siphonen ausgestreckt haben, bei jeder Zunahme der Helligkeit dieselben verkürzen, eventuell ganz einziehen. In helles Tageslicht gebracht, suchen sie sich in den Grund einzugraben, oder wenn ihnen dies unmöglich gemacht ist, schnellen sie sich mit Hilfe ihres Fußes wild umher.

Die hierbei wirksamen Strahlen sind diejenigen des gesamten sichtbaren Spektrums mit Ausnahme des Rot.

Von augenlosen Muscheln, welche keine Siphonen besitzen, ist besonders die Auster gegen plötzliche Beschattung sehr empfindlich, in geringerem Maße die Malermuschel (Unio).

Bei allen lichtempfindlichen, augenlosen Muscheln sind es vorzugsweise die reich innervierten Partien am Mantelrande, welche als Sitz der Lichtempfindlichkeit zu betrachten sind. Gewisse andere Muschelarten besitzen an eben dieser Stelle wohlausgebildete Augen, eine Tatsache, die es minder auffällig erscheinen läßt, wenn auch bei jenen anderen Muscheln die Nervenendigungen am Mantelrande eine hochgradige Empfindlichkeit für Helligkeitsschwankungen haben, obgleich sie nicht zu Augen im morphologischen Sinne zusammengeordnet sind. Nicht unmöglich, und im Hinblick auf gewisse Beobachtungen an anderen Sinnesorganen niederer Tiere sogar wahrscheinlich ist es, daß die Nervenendigungen des Mantelrandes die Lichtempfindlichkeit nicht als einzige Funktion haben, sondern daß sie nebenbei auch der Perzeption anderer, etwa chemischer und mechanischer Reize dienen könnten, wie überhaupt die Spezialisierung der Sinnesnerven und ihrer Endorgane für eine einzige bestimmte Sinnestätigkeit bei niederen Tieren lange nicht in dem Maße vorgeschritten zu sein scheint, wie bei Wirbeltieren („Wechselsinnesorgane").

Außer den Muscheln haben noch manche andere wirbellose Tiere die Fähigkeit, auf Helligkeitsschwankungen trotz Mangels der Augen energisch zu reagieren. Das gilt z. B. für manche unserer gewöhnlichen Gehäuseschnecken, die bei Beschattung zurückzucken, auch wenn sie der Augen beraubt sind. Auch augenlose Würmer reagieren teils auf Beschattung, teils auf helle Belichtung durch Bewegungen; der bekannte Amphioxus, dem man irrtümlich Augen zugeschrieben hat, entflieht eiligst, sowie helles Licht ihn trifft. Sitz dieser Lichtempfindlichkeit ist bei ihm nicht etwa der Kopf, sondern die ganze Körperoberfläche. Gewisse Pflanzentiere, ja selbst eine Menge einzelliger Wesen zeigen sich ebenfalls gegen plötzliche Helligkeitsschwankungen sehr empfindlich.

Digitized by Google

Allgemein kann man sagen, daß diejenigen Tiere, welche besonders auf plötzliche Beschattung reagieren, solche sind, die eine Schale oder Röhre besitzen, in welche sie sich bei drohender Gefahr zurückziehen können. Die Verdunkelung erscheint ihnen als der Ausdruck der Annäherung eines Feindes oder einer sonstigen schattenwerfenden Masse, welche ihre Sicherheit bedroht. In keinem einzigen Falle sind es wirkliche Dunkeltiere, welche in dieser Weise reagieren.

Umgekehrt sind diejenigen Geschöpfe, welche auf einfallendes helles Licht durch Rückzug reagieren, ausschließlich solche, die sich für gewöhnlich dem Tageslicht und der freien Luft oder dem Wasser durch Eingraben in den Boden entziehen. Unter diesen Tieren, deren es ja unzählige gibt, zeichnen sich nun aber die als besonders lichtempfindlich erkannten dadurch aus, daß sie ihr Versteck zeitweilig (absichtlich oder unabsichtlich) verlassen (Regenwürmer, Amphioxus) und somit unter den Einfluß von Lichtstrahlen kommen können. Die Lichtempfindlichkeit dient ihnen dann dazu, die störende Bestrahlung zu bemerken, um ihr dunkles Versteck wieder aufzufinden, d. h. zu erkennen, ob sie sich tief genug zurückgezogen haben, um vom Lichte nicht mehr getroffen zu werden.

Von den augenlosen Muscheln haben die lichtscheuen Arten zarte zerbrechliche Schalen, — Grund genug, den Sandgrund oder Höhlungen aufzusuchen und das freie Wasser zu fliehen —, die anderen Arten, die auf Beschattung am stärksten reagieren, erweisen sich durch starke, zuweilen mit Stacheln bewehrte Schalen als dem Aufenthalt im freien Wasser weit mehr angepaßt.

Was allen augenlosen Tieren selbst bei höchstgradiger Lichtempfindlichkeit abgeht, ist die Fähigkeit, die *Formen* der sie umgebenden Gegenstände wahrzunehmen. Hierzu gehört ein *dioptrischer* Apparat, der bewirkt, daß ein differenziertes Bild auf der lichtempfindlichen Schicht entsteht. Auch die Wahrnehmung der Richtung, in welcher sich eine Lichtquelle oder ein schattenwerfender Körper befindet, sowie der Bewegung dieser Objekte, ist für augenlose Geschöpfe nur in beschränktester Weise möglich.

In den lichtempfindlichen Hautpartien sind häufig *Pigment*flecke zu bemerken, jedoch keineswegs in allen Fällen (z. B. nicht bei der sehr lichtempfindlichen Muschel Psammobia), und auch in den Fällen, wo Pigment reichlich vorhanden ist, scheint es in keinerlei Beziehung zu den lichtempfindlichen Elementen zu stehen. Die von manchen Autoren vermutete nahe Beziehung zwischen Lichtempfindlichkeit und Pigmentanhäufung ist jedenfalls für einen großen Teil aller Fälle nicht vorhanden. Lichtempfindung setzt nicht das Vorhandensein

Digitized by Google

von Pigment voraus. Daß trotzdem in allen wirklichen Augen (mit Ausnahme der albinotischen) sich Pigment in der Nähe der Sinnesepithelien vorfindet, ist ein Beweis dafür, daß es in irgend einer anderen, bis jetzt noch nicht aufgeklärten Weise, beim Sehakte von Wichtigkeit ist.

Aus den mit zerstreuten, lichtempfindlichen Nervenendigungen ausgestatteten Hautpartien entwickeln sich nun bei anderen Tieren augenähnliche Gebilde, indem sie sich gruppenweise zu einem Sinnesorgan mit deutlichem Nervenstamm zusammenschließen, durch grubenartige Einsenkung vor gröberen mechanischen Einwirkungen schützen und dann auch bald die ersten Anfänge zur Bildung eines dioptrischen Apparates zeigen. Hervorgehoben sei hier nur, daß die dioptrischen Apparate von primitivem Baue, wie man sie vielfach bei Wirbellosen findet, noch zu unvollkommen sind, als daß ihre Bedeutung in der Entwerfung eines deutlichen reellen Bildes und in der Unterscheidung der Formen der umgebenden Gegenstände liegen könnte. Diese Bedeutung werden die Augen der Wirbellosen nur in der Minderzahl der Fälle haben. In den anderen Fällen, so z. B. bei den Augen der Muscheln, den Punktaugen der Insekten und Spinnen, den Augen niederer Würmer und Krebse, wird die Bedeutung des dioptrischen Apparates eine andere sein. Es wird durch die Sammellinsenwirkung die auf das einzelne Nervenelement fallende Lichtmenge vermehrt, somit die Reizschwelle tiefer gerückt werden. Ferner wird die Linse die Wahrnehmung der Richtung erleichtern, in welcher sich ein bestimmter leuchtender oder dunkler Punkt befindet, und gestatten, zu erkennen, ob die umgebenden Objekte sich in Ruhe oder Bewegung befinden. Damit diese (für Raubtiere in gleicher Weise wie für durch viele Feinde gefährdete Tiere) wichtige Wahrnehmung bewegter Objekte in einiger Schärfe möglich sei, ist eine reelle Abbildung unerläßlich. Die Abbildung darf aber dabei so verschwommen sein, daß von einer Erkennung der Formen noch nicht zu reden ist.

Der Verfasser glaubt die allmähliche Entwicklung des dioptrischen Apparates auch phylogenetisch nachweisen zu können, und beruft sich dabei auch auf eine ähnliche ontogenetische bei den höheren Mollusken: daß aber einer solchen Beweisführung jede zwingende Konsequenz fehlt, sieht jedermann ein, der nicht von naturphilosophischen Spekulationen voreingenommen ist.

Über lichtempfindliche Bakterien handelt E. Wasmann[1]). „Es gibt also wirklich Tiere, die ‚ohne Augen sehen', wenn

1) Der Lichtsinn augenloser Tiere. Stimmen aus Maria Laach. Jahrg. 1899. S. 247 ff., 415 ff..

Digitized by Google

man das einfache Vermögen der Helligkeitsempfindung bereits als eine Stufe des Sehvermögens bezeichnen will. Es gibt anderseits auch pflanzliche Organismen, die auf Lichtreize in ähnlicher Weise reagieren, als ob sie dieselben empfänden."

Die rätselhafteste Erscheinung unter allen lichtempfindlichen einzelligen Organismen ist ein kleiner Spaltpilz, der wegen seiner hohen Empfänglichkeit für Lichtreize den Namen „lichtmessender Stabpilz" (bacterium photometricum) trägt. . . . . Dieses Bakterium bewegt sich nur, wenn Licht einwirkt. . . . . Bei plötzlicher Verdunkelung zeigt das b. photom. augenblicklich eine sogen. Schreckbewegung. Die vorher ruhig umherschwimmenden Bakterien schießen sofort rückwärts, wobei sie sich in einer der gewöhnlichen entgegengesetzten Richtung um ihre Axe drehen. Langsame Verdunkelung hat keine Schreckbewegung zur Folge, während bereits eine kleine Helligkeitsabnahme, wenn sie rasch erfolgt, jene Wirkung hervorbringt . . . Vor dem Übertritt aus dem Hellen in's Dunkle schrecken diese Bakterien zurück. . . . ."

„Ebenso sonderbar erweist sich auch das Verhalten dieser Bakterien gegenüber den verschiedenen Farben des Spektrums. Unter dem Mikrospektrum sieht man, wie diese Wesen nicht nur an den äußeren Grenzen, sondern auch innerhalb derselben beim Übergange von gewissen Farben in benachbarte plötzlich zurückschrecken. Namentlich beim Übergange aus Gelb in Rot, aus Ultrarot in Rot und aus dem äußersten in das innere Ultrarot findet dieses merkwürdige Schauspiel statt. Von zwei Teilen des Spektrums werden diese Bakterien am stärksten angezogen und sammeln sich dort bald dicht gedrängt; es sind dies vor allen das für unser Auge dunkle äußerste Ultrarot und zweitens das Gelb. Kein anderes lichtempfindendes Wesen sucht jene Partien des Spektrums auf, daher haben wir wenigstens einigen Grund für die Annahme, daß jene geheimnisvolle Reizbarkeit für Lichteinflüsse nicht auf einem mit der Lichtempfindung verwandten Vorgange beruhe, sondern auf anderen uns unbekannten (chemischen, physikalischen usw.) Wirkungen der Lichtstrahlen. Diese Vermutung wird auch dadurch bestätigt, daß eine undurchsichtige Jodlösung, welche nur die dunklen, ultraroten Wärmestrahlen passieren läßt, trotzdem auf die Bewegungen des bact. photom. stark anregend wirkt."

„Die anregende Wirkung des Lichtes überhaupt äußert sich nicht augenblicklich, sondern erst nach einer merklichen Pause (Latenzzeit der photokinetischen Induktion); ebenso besteht eine photokinetische Nachwirkung, nachdem der aktuelle Lichtreiz vorüber ist.

Digitized by Google

Während ferner schwaches Licht diese Bakterien allmählich zur Bewegung reizt, läßt starkes Licht, wenn es länger andauert, sie allmählich wieder zur Ruhe kommen," was alles auf indirekte Wirkungen des Lichtes hinweist.

„Die Reizbarkeit für Lichteinflüsse darf nicht mit der Lichtempfindlichkeit verwechselt werden. Bewegliche Bakterien werden noch durch den billionsten oder trillionsten Teil eines Milligramm von Fleischextrakt, von Sauerstoff usw. angelockt: und doch dürfen wir ihnen kein Geschmacks- oder Geruchsvermögen zuschreiben, sondern nur eine hochgradige vegetative Empfänglichkeit. Manche ‚sensible' Ranken antworten noch auf äußerst sanfte mechanische Reize, die weit unter der Schwelle des feinsten tierischen Empfindungsvermögens liegen; ein Seidenfädchen von $^1/_{5000}$ mg Gewicht bewirkt bei ihnen noch die Auslösung einer Reizbewegung. . . . Obwohl es der Wissenschaft bisher noch nicht gelungen ist, die chemischen und physikalischen Vorgänge, auf denen die photokinetischen Phänomene eines bact. photom. beruhen, in ihrer eigentlichen Natur zu erkennen, so liegt doch kein Grund vor, deshalb einen pflanzlichen Organismus mit den Vorgängen der Lichtempfindung auszustatten und dadurch den wesentlichen Unterschied zwischen Tier und Pflanze aufzuheben."

Über das Facettenauge der Gliederfüßler hat S. Fuchs[1]) Untersuchungen veröffentlicht.

Joh. Müller's Ansichten über das Facettenauge sind durch Exner's Entdeckung, daß ein Zylinder, dessen Brechungsindex von der Axe nach der Peripherie hin zu- oder abnimmt, trotz seiner ebenen Endflächen für ein der Axe paralleles Strahlenbündel wie eine Linse wirkt,[2]) wieder zur Geltung gekommen. Das einfache Wirbeltierauge mit seinem Linsensystem und dem verkehrten Bilde ist für Erkennen der Formen äußerer Objekte eingerichtet; das Facettenauge mit Hunderten solcher Systeme und aufrechtem Bilde vermittelt vollkommen das Erkennen von Bewegungen der Objekte und gleicht hierin den peripherischen Teilen des einfachen Auges des Menschen. Ein solches Auge tut den Insekten angesichts der vielen Feinde einerseits und der lebendigen Beute, die sie zu erhaschen haben, andererseits sehr not.

Die Empfindungskreise des Auges.

Bekanntlich ist die Empfindlichkeit der verschiedenen Stellen der Sinnesorgane sehr verschieden. An der Zungenspitze braucht man die

1) Neuere Fortschritte in der Anatomie und Physiologie der Arthropodenaugen. S. 351.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1892. 4. Bd. S. 351 ff.

Digitized by Google

zwei Spitzen eines Zirkels bloß $^1/_2$ Linie aus einander zu setzen, und man fühlt sie als zwei, während dieselben Spitzen am oberen Ende des Rückgrates als *eine* gefühlt werden, wenn man sie nicht bis ungefähr 30 Linien von einander entfernt aufsetzt. Den Umkreis der Hautfläche innerhalb deren mehrere Reize einfach empfunden werden hat man einen *Empfindungskreis* genannt. Ihre Größe steht im allgemeinen in umgekehrtem Verhältnisse zu der Dichtigkeit der Verbreitung der empfindenden Nervenelemente, wenn auch noch andere Momente, wie Übung die Empfindlichkeit beeinflussen. Da man nun im Auge die Stäbchen und Zapfen der Netzhautgrube als die empfindenden Elemente erkannt hat, so mußte man aus deren geringeren oder größeren Anzahl an den verschiedenen Stellen der Netzhaut auf größere oder kleinere Empfindungskreise schließen. Dies findet nun durch die Beobachtung im allgemeinen schon darin eine Bestätigung, daß nach den seitlichen peripherischen Teilen der Netzhaut die Farbenempfindlichkeit mit der Zahl der empfindenden Elemente, der Zapfen abnimmt.

Die wahrscheinliche Größe der Empfindungskreise des Auges hat *Dubois-Reymond* zu bestimmen gesucht. *Selzer* hatte bereits die Zahl der Zapfen an der Stelle des deutlichsten Sehens auf 0,01 Quadratmillimeter zu 132—138 bestimmt, welche Reymond selbst auf 152 schätzte. Indem letzterer nun sehr feine helle Punkte auf einer verschiebbaren Fläche fixierte und die Entfernung notierte, bei der die Punkte anfingen in Linien und sodann in eine Fläche zusammenzufließen, fand er durch Rechnung, daß im Mittel die Zahl der Lichtpunkte, welche als unterschiedene Punkte wahrgenommen werden 74, welche in Linien zusammenfließen, 149 beträgt. Daraus schließt er: „Die Wahrnehmung einer großen Zahl distinkter Punkte erreicht ihre obere Grenze, wenn die halbe Zapfenzahl erreicht ist. Ist die ganze Zapfenzahl erreicht, so werden die Zwischenräume unsichtbar. In der Netzhautgrube ist die Zahl der Empfindungskreise der Zahl der Zapfen gleich."

Daraus würde folgen, daß zur Wahrnehmung eines Punktes immer mindestens zwei Zapfen der Netzhaut erforderlich seien. Zur Erklärung dieser Tatsache läßt sich wohl auf die *Reizschwelle* hinweisen: Die durch einen Zapfen vermittelte Empfindung ist zu schwach, um bewußte Gefühlsempfindung zu werden; erst die doppelte Empfindung tritt über die Schwelle des Bewußtseins.

Eine solche Verschmelzung von Empfindungen zu einer Totalempfindung ist freilich auf dem Standtpunkte des Materialismus unerklärbar; nur dadurch, daß ein einheitliches Prinzip die vielen Nervenelemente gleichzeitig informiert, kann die Reizung diskreter Stellen als *eine* Wahrnehmung ins Bewußtsein treten.

Digitized by Google

Nach Versuchen von G. J. Schoute[1]) ist übrigens nicht die Größe der Elementarteile der Netzhaut maßgebend für die Sichtbarkeit eines kleinen Objektes. Wir können zwei Gegenstände soweit von den Augen entfernen, daß das Bild eines jeden nur einen Zapfen der Netzhaut einnimmt und doch ihren Größenunterschied erkennen. Wie ist dies möglich, wenn die Zahl der gereizten Zapfen uns die Größe vermittelt? Nach Volkmann kommt dies von den Zerstreuungskreisen; mit dem vom Licht getroffenen Zapfen werden auch die benachbarten gereizt. Schoute fand aber, daß ein Netzhautbild „samt dem wahrnehmbaren Teil der Zerstreuungskreise höchstens so groß sein könnte, als ein Zapfendurchschnitt". Bei sehr kleinen Bildern dient also nicht die Ausdehnung derselben, sondern ihre Beleuchtung zur Beurteilung ihrer Größe.

Die deutliche Wahrnehmung bei sehr schwachem Lichte wird nach Helmholtz[2]) beeinträchtigt durch das Eigenlicht der Netzhaut.

Das Weber'sche oder Fechner'sche Gesetz, wonach die kleinsten unterscheidbaren Helligkeitsunterschiede der ganzen Helligkeit proportional sein sollen, bewährt sich nicht bei sehr starken und bei sehr schwachen Lichtintensitäten, insofern die Empfindlichkeit des Auges sich hier geringer erweist.[3]) Für die unteren Abweichungen vom Gesetze hat Fechner das Eigenlicht der Netzhaut, das sog. Augenschwarz, geltend gemacht. Volkmann hat darauf eine Methode gegründet, die Stärke dieser subjektiven Empfindung zu messen, fand sie aber auffallend klein, nämlich gleich der Helligkeit einer Fläche von schwarzem Samt, die aus 9′ Entfernung von einer Stearinkerze beleuchtet wird. Daß dieser Wert zu gering ist, ergibt sich schon aus der Tatsache, daß auch im dunkelsten Felde ein langsam eintretender, im Sehnerven abwärts fließender elektrischer Strom noch eine recht merkliche gleichmäßige Verdunkelung hervorbringt. Auch treten die Flecken des Eigenlichtes auf schwach beleuchteten, noch erkennbaren Objekten, die viel heller sind als jene Samtfläche, ganz deutlich hervor.

Genaue Versuche von A. König und Brodhun haben auch ge-

---

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. S. 251 ff. „Wahrnehmungen mit einem einzelnen Zapfen der Netzhaut."

2) Die Störung der Wahrnehmung der kleinsten Helligkeitsunterschiede durch das Eigenlicht der Netzhaut. Zeitschr. f. Psych. u. Phys 1890. 1. Bd. S. 5.

3) In betreff der Unterschiedsschwelle hat den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse, besonders auf Grund der Versuche von Schirmer und und Kraepelin, Wundt so formuliert: „Das Weber'sche Gesetz trifft um so vollständiger zu, je vollkommener die Adaption bei jeder Lichtstärke eingetreten ist." Grundzüge der physiol. Psychol. 5. Aufl. S. 525.

Digitized by Google

zeigt, daß der Gang der Empfindlichkeitskurve abweicht von dem, der bei stetiger, gleichmäßiger Verteilung des Eigenlichtes, wie sie Fechner und Volkmann voraussetzten, erwartet würde. In der Tat sehen wir das Eigenlicht fleckig und wechselnd.

Helmholtz zeigt nun an eigenen Beobachtungen, daß die „Fleckigkeit des Eigenlichtes wirklich das Haupthindernis für die Wahrnehmung sehr schwach beleuchteter, namentlich kleinerer Objekte bildet, indem dieselben zwischen den Flecken des Eigenlichtes verschwinden und mit solchen verwechselt werden". In seinem durch Vorhänge verdunkelten Schlafzimmer konnte er weder Vorhänge noch Fenster und dennoch die weißen Hemdärmel sehen, wenn er die Arme bewegte. Er sah sogar, wenn er die Arme nach dem Fenster hinbewegte, die Hand und die Finger deutlich als dunkle Schatten. Er „überzeugte sich also, daß eine große, schwaches Licht aussendende ruhende Fläche vollkommen unter dem Eigenlicht der Netzhaut verschwinden kann, während sie doch genug Licht aussendet, um von ihr beleuchtete bewegte Objekte erkennbar zu machen". Der schnell eintretende Wechsel der Beleuchtung von bekannten Körpern von bekannter und beabsichtigter Bewegung in dem formlosen Lichtchaos des dunklen Feldes wird leichter als Bilder von Objekten aufgefaßt, als die ruhende Fläche, welche sich wenig von dem langsamen, unserer Willkür nicht unterliegenden Wogen des inneren Lichtes unterscheidet. Sodann stellt Helmholtz eine mathematische Formel auf, welche dartun soll, daß die Fleckigkeit des Eigenlichtes einen Gang der Unterschiedsempfindlichkeit erzeugen kann, wie ihn die Versuche von König und Brodhun nachgewiesen haben.

Auf dem Umstande, daß schwaches Licht nur eine undeutliche Wahrnehmung ermöglicht, beruht eine optische Täuschung, welche S. Exner beschreibt.[1])

Im vollkommen dunklen Zimmer sehen wir einen ruhenden Lichtpunkt Scheinbewegungen ausführen, die bis zu 20—30° gegen die ursprüngliche Stellung betragen können. Die Erklärung beruht darauf, daß kleine oder lichtschwache Objekte auf der Netzhaut unvollkommene Lichteindrücke geben, so, daß auch die dem Bilde benachbarten Stellen der Retina von ihnen affiziert werden (Aktionskreis eines Netzhauteindruckes). Wird ein solches Bild länger auf der Stelle des deutlichsten Sehens festgehalten, so zeigt sich diese Fernwirkung, indem es den Eindruck erweckt, als würde es sukzessiv an verschiedene Orte dieser

1) Über autokinetische Empfindungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 12. Bd. S. 313.

Digitized by Google

Nachbarschaft hinwandern, so daß man glaubt, das Objekt mache schwankende Bewegungen (Punktschwankungen). Dieselben betragen nur wenige Winkelgrade, wenn das Sehfeld auch noch andere sichtbare Objekte enthält. Ist aber nur ein einziger Lichtpunkt da, so daß keine Möglichkeit besteht, aus der Verschiebung der Netzhautbilder bei intendierten Blickbewegungen eine Kontrolle für diese Blickbewegungen selbst zu gewinnen, so kann die scheinbare Ausweichung des Objektes viele Winkelgrade betragen.

Detaillierte Angaben über die Empfindlichkeit des Auges haben wir von Quillery.[1])

A) Für den Raumsinn ergab sich: Der physiologische Punkt d. h. die eben noch merkliche Ausdehnung ist für den inneren Meridian am kleinsten. B. Für den Lichtsinn: Nach gewöhnlicher Annahme soll die Leistungsfähigkeit der Netzhaut nach außen in jeder Beziehung abnehmen, inbezug auf Helligkeitsunterschiede soll dagegen die Peripherie das Zentrum übertreffen. Dagegen fand Q ein stetiges Anwachsen der für dieselbe Helligkeitswahrnehmung erforderlichen Fläche nach der Peripherie hin; für Zentrum wie für Peripherie muß ein eben sichtbares Objekt in gleichem Maße vergrößert werden, um an demselben die nämliche Helligkeitsdifferenz zu unterscheiden." C. Für den Farbensinn: „Die gefundenen Zahlen liefern gleichsam eine mathematische Bestätigung des von Hering aufgestellten Satzes, daß die schwarz-weiße empfindende Substanz viel reichlicher in Sehorganen enthalten ist als die rot-grüne und blau-gelbe, und daß auch diese beiden unter einander nicht gleich sind."

Und weiter:

A) Lichtsinn bei kleinstem Netzhautbild. Das kleinste Netzhautbild, welches Verf. noch wahrnehmen konnte, hatte einen Durchmesser von 0,0035. mm. „Der Helligkeitsunterschied zwischen dem eben wahrnehmbaren dunklen Objekte und seinem Hintergrunde, oder dem gleich hellen Teile der Scheibe war 0,15. Vergleichen wir damit die Helligkeitsdifferenz, welche die gesamte Netzhaut zu unterscheiden vermag, und welche bekanntlich auf $\frac{1}{170} - \frac{1}{200}$ angegeben wird, so zeigt sich also der Lichtsinn des einzelnen Zapfens wesentlich geringer, was nach den bisherigen Ansichten über den Einfluß der Objektgröße auf den Lichtsinn, sowie nach allem, was wir über die gegenseitige Unterstützung einzelner Netzhautteile wissen, auch nicht anders zu erwarten war."

1) Vergleichende Untersuchungen über Raum-, Licht- und Farbensinn im Zentrum und Peripherie der Netzhaut. Zeitschr. für Psych. und Phys. 1896. 12. Bd. S. 243.

Digitized by Google

Für Weiß auf schwarzem Grund war die Helligkeitsdifferenz $\frac{1}{3{,}17}$.

„Somit bestätigt sich die Beobachtung von Aubert, daß die Unterschiedsempfindlichkeit bei Verkleinerung des Sehwinkels ganz bedeutend sinkt, wenn die Gesamthelligkeit vermindert wird. Aus diesen Zahlen ist zu schließen, daß die Wahrnehmung von Weiß auf Schwarz viel eher durch Lichtsinnsstörungen beeinträchtigt wird, als die von Schwarz auf Weiß." „Während also bei sehr lebhaftem Gegensatz die Wahrnehmung von Hell und Dunkel viel leichter ist als umgekehrt, ändert sich dieses Verhältnis sehr bald bei Abschwächung des Gegensatzes."

B) Die Stäbchenfunktion. Die Elemente, welche bei Dunkeladaption die Helligkeitsempfindung bedingen, fehlen nach den Versuchen des Verf.'s im Zentrum ganz, von da bis 30° bezw. 35° erhalten sie sich unverändert, jenseits dieser Grenze nehmen sie aber so ab, daß in der äußersten Peripherie eine viermal so große Fläche gereizt werden muß, damit derselbe Eindruck entsteht. Ganz anders bei hellem Licht, wo der trichromatische Apparat in Tätigkeit ist. „Wir kommen somit zu dem Ergebnisse, daß die Verteilung derjenigen Elemente auf der Oberfläche der Netzhaut, an welche die Helligkeitsempfindung bei Tageslicht geknüpft ist, eine wesentlich andere ist, als derjenigen, welche diese Empfindung bei Dunkeladaption auslösen." [1])

Auch über das Augenmaß der Netzhautperipherie stellte er Versuche an. [2])

Die Ergebnisse seiner Untersuchungen faßt Verf. in zwei Sätze zusammen: 1. Das Augenmaß in den peripheren Teilen des Sehfeldes zeigt keine wesentlichen Abweichungen gegenüber den mittleren: vielmehr gelten bestimmte Eigentümlichkeiten, wie z. B. die Unterschätzung horizontaler Distanzen, ebenfalls für die Peripherie. 2. Es erweist sich das Weber'sche Gesetz nicht als zutreffend.

Über denselben Gegenstand handelt J. v. Kries.[3])

Auf die fovea centralis müssen stärkere Lichtreize einwirken. als auf die exzentrischen Theile, um eine merkliche Lichtempfindung hervorzurufen. Durch Dunkeladaption wird die Empfindlichkeit der seitlichen Netzhautteile mehr gesteigert, als die der fovea. Bei größerer Helligkeit verliert sich dieser Unterschied oder kehrt sich wohl gar um.

1) Weitere Untersuchungen über den Lichtsinn. Ebd. 13. Bd. S. 187.

2) Über das Augenmaß der seitlichen Netzhautteile. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1896. S. 83.

3) Über die absolute Empfindlichkeit der verschiedenen Netzhautteile im dunkeladapierten Auge. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 15. Bd. S. 227.

Digitized by Google

Blaues Licht erscheint in der fovea schon bei geringster Intensität farbig, nicht wie die anderen Farben zunächst grau. Für rotes Licht haben die exzentrischen Teile keine stärkere Empfindlichkeit. Alles dieses erklärt sich am einfachsten, wenn die purpurhaltigen Stäbchen den Dunkelapparat des Auges darstellen. Die fovea ohne Stäbchen sieht sogleich bei schwächster Intensität das blaue Licht, die für Rot unempfänglichen Stäbchen werden von ihm wenig affiziert. Verf. glaubt, gestützt auf Messungen von Breuer und Pertz, sogar die Ausdehnung des stäbchenfreien Zentrums zu 2° bestimmen zu können.

Hierher gehört auch der Aufsatz von W. A. Nagel und K. L. Schaefer: „Über das Verhalten der Netzhautzapfen bei Dunkeladaption des Auges.“ [1]) Für den Dunkel-(Stäbchen-) Apparat fand H. Piper eine Empfindlichkeitssteigerung im Dunkeln von 2000—9000.

Wie steht es aber mit dem hemeralopen Zapfen der Fovea?

Es fand sich, daß in den ersten Minuten des Dunkelaufenthaltes, vor dem Eintreten des eigentlichen Dämmerungssehens, die Empfindlichkeit für rein rotes Licht etwa den 200fachen Betrag ihres Anfangswertes erreichen kann. Für die übrigen Farben Blau und Grün verschieben sich die Schwellenwerte bei der Dunkeladaption um annähernd gleiche Beträge.

H. Ebert [2]) konstatierte folgende Verschiedenheit in der Empfänglichkeit des Auges für Farbeneindrücke.

Am leichtesten wird das grüne Licht wahrgenommen; 3—4 mal geringer ist die Empfänglichkeit unseres Auges für Blau; 15—17 mal so gering für Gelb; am geringsten für Rot, nämlich 25—34 mal so gering als für Grün. Daher auch die starke Verbreitung der Rotblindheit: 0,8 % unter den untersuchten Eisenbahnbeamten.

H. W. Vogel [3]) fand: Der spezifische Farbeneindruck eines Pigments tritt in einfarbiger Beleuchtung nicht hervor, wohl aber in zweifarbiger. Diese ruft den Farbeneindruck eines Pigments am besten hervor, wenn das eine der beiden Lichter diejenigen Strahlen enthält, welche von dem betreffenden Pigmente am stärksten reflektiert werden, das andere Licht solche, die im Sonnenspektrum weiter von ersterem abstehen, als die benachbarten Strahlen, aber weniger weit als die komplementären. Gäbe es absolut einfarbige Körper, so würden sie

1) A. a. O. 1904. 34. Bd. S. 271.
2) Annal. d. Phys. 33. Bd. S. 136.
3) Naturw. Rdsch. 1888. 15.

Digitized by Google

in einfarbigem Lichte ganz schwarz erscheinen; wir würden die Körper nicht in ihrer eigentlichen Farbe wahrnehmen.

Giovi[1]) hat gefunden, daß das Sonnenlicht manche Körper nicht in ihrer wirklichen Farbe erscheinen läßt. Es fehlen nämlich im Sonnenspektrum mehr Strahlengattungen im oberen Teile vom Grün zum Violett, als in dem unteren, weshalb das Sonnenlicht mehr rotorange als ganz weiß ist. Giovi fand nun, daß orangefarbige Stoffe (z. B. Mennige) in einem andersfarbigen Lichte nicht schwarz sondern hell in weißgelblicher Farbe erscheinen. „Die genannten Substanten müssen daher kräftig das gelbe Licht zurückwerfen, welches das Natrium aussendet, speziell das Licht der beiden Linien D_1 und D_2, welche dem Sonnenlichte fehlen; sie werfen außerdem noch oranges Licht zurück, aber weniger stark; sie erscheinen daher im Sonnenlichte orangefarbig, weil die Sonne die Strahlen nicht hat, welche sie am stärksten zerstreuen. Werden sie dagegen vom Natriumlicht getroffen, so werfen sie diese Strahlen zurück und erscheinen gelb." Daher spricht Giovi von latenten Farben.

Helmholtz[2]) bestimmte die kleinsten noch erkennbaren Farbenunterschiede. Er berechnete aus Versuchen von König und Brodhun, wie viel zwei unmittelbar benachbarte Spektralfarben qualitativ noch verschieden sein müssen, damit der Farbenunterschied eben erkannt werde, und verglich sie mit dem der Empfindlichkeit des Auges für Helligkeitsunterschiede. König fand als kleinsten erkennbaren Bruchteil für Helligkeitsunterschiede bei weißer Beleuchtung 0,0173. Unter gleichen Verhältnissen wurde der kleinste erkennbare Farbenunterschied = 0,0176 gefunden. „Diese Übereinstimmung kann unter den gegebenen Umständen wohl als über Erwarten gut bezeichnet werden. Sie entspricht der Voraussetzung, von der wir hier ausgegangen sind, daß die Wahrnehmung der Farbenunterschiede ursprünglich auf der Wahrnehmung der Helligkeitsunterschiede beruht".

Die genauesten Angaben bietet W. Uhthoff.[3])

Bisher lagen nur Angaben über die kleinsten vom Auge wahrnehmbaren Objekte vor, welche in weißem, gemischtem Lichte gesehen werden; der Verf. stellte mit Hilfe von feinen Drahtgittern (0,0463 mm von der Mitte eines Drahtes bis zur Mitte des anderen) Versuche an, welche die kleinsten Gesichts-Winkel für einfarbiges Licht ermitteln

1) Naturw. Rdsch. 1889. 42.

4) Versuch das psychophysische Gesetz auf die Farbenunterschiede trichromatischer Augen anzuwenden. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 2. Bd. S. 1.

2) Über die kleinsten wahrnehmbaren Gesichtswinkel in den verschiedenen Teilen des Spektrums. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1890. 155.

Digitized by Google

sollten. Er fand für sein Auge bei allen Farben so ziemlich denselben Wert (vorausgesetzt, daß die Helligkeit der einzelnen Farben gleich gemacht wird), nämlich: kleinster Gesichts-Winkel 27",6, kleinstes Netzhautbild 0,002 mm. Für Prof. König waren die entsprechenden Werte: 32",8 und 0,00234 mm.

Daraus zieht er mit v. Helmholtz den Schluß, „daß der Durchmesser der perzipierenden Elemente in der Netzhautgrube jedenfalls nicht kleiner als 0,00234 mm und nicht größer als 0,00468 mm für König ist, und für mich zwischen 0,002 mm und 0,004 liegt; denn der kleinste erkennbare Abstand zwischen den einander zugekehrten Rändern zweier Drähte beträgt = 0,00234 mm (König) und 0,002 mm (Uhthoff); würde der Durchmesser eines perzipierenden Elementes noch kleiner sein, so müßte auch ein noch kleinerer Abstand von einem normalen Auge erkannt werden, da wir annehmen können, daß jedenfalls nicht mehr als 1 perzipierendes Element von dem Bilde eines Stäbchens gedeckt zu sein braucht, um denselben als schwarzen Zwischenraum empfinden zu lassen. Auf der anderen Seite aber liegt auf der Hand, daß der Durchmesser des perzipierenden Elementes größer sein kann, als das kleinste Netzhautbild. . ." — Volkmann hatte 147",5 gefunden, weil er mit Spinnwebfäden experimentierte, die kein genaues Resultat zulassen.

Die Stäbchentheorie.

Daß die Zapfen und Stäbchen der Netzhaut die eigentlichen empfindenden Elemente sind, ist allgemein angenommen. Neuerdings hat man die Funktionen derselben gesondert: die Zapfen, welche in der macula lutea gedrängt zusammenstehen, der Farbenwahrnehmung, die Stäbchen, welche in der Peripherie der Netzhaut sich finden, der Helligkeitswahrnehmung zugeteilt.

Der Hauptvertreter dieser Theorie ist J. v. Kries.[1]) Er legt dieselbe in folgender Weise dar.

Wenn ein rotes und ein blaues Papier bei Tageslicht gleich hell aussehen, wird bei zunehmender Dunkelheit das Blau heller als das Rot, ersteres ist noch erkennbar, wenn Rot schon ganz schwarz erscheint. Wenn man gleich helles Gelb und Violett stärker beleuchtet, nimmt die Helligkeit des Gelb schneller zu als die des Violett. bei Schwächung des Lichtes wird Gelb stärker verdunkelt als Violett. Helmholtz, Hering und Hillebrand erweiterten die Beobach-

1) Über die Funktion der Netzhautstäbchen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1895. 9. Bd. S. 81.

Digitized by Google

tung dahin, daß ein sehr lichtschwaches Spektrum vom gut dunkeladaptierten Auge vollkommen farblos gesehen wird und zwar mit der stärksten Helligkeit am violetten Ende, nicht wie beim farbigen Spektrum im Gelb: im Gegenteil, das Rot kann ganz unsichtbar werden. Weiter fand A. König, daß letztere Erscheinung (das Farbloserscheinen schwachen Lichtes) nicht für sehr kleine Bilder gilt, welche ganz in die fovea centralis der Netzhaut fallen; hier wurde nämlich jeder Lichtpunkt mit Ausnahme von einem Gelb (580 μμ Wellenlänge), sobald er überhaupt wahrnehmbar war, sogleich in seiner Farbe gesehen.

Es zeigt sich so in der Netzhautperipherie eine Begünstigung der kurzwelligen Lichter gegenüber dem Zentrum. Das war aus der Astronomie schon längst bekannt: lichtschwache Objekte verschwinden, wenn man sie fixiert, sie erscheinen, wenn man an ihnen vorbeiblickt. Dies gilt aber nur wieder für kurzwelliges Licht, und auch im indirekten Sehen erscheinen solche lichtschwache Objekte zwar deutlich aber farblos. Homogenes Licht aber wird auch bei geringster Intensität sogleich in seiner Farbe sowohl von der Peripherie wie vom Zentrum erkannt.

Also: „Bei geringer Lichtstärke und für das Dunkel gut adaptiertem Auge tritt (mit alleiniger Ausnahme der Stelle des deutlichsten Sehens) eine Art des Sehens hervor, welche 1. durch das Fehlen der Farben, 2. durch eine besonders hoch gesteigerte Empfindlichkeit für schwaches Licht, 3. endlich dadurch charakterisiert ist, daß im Vergleich zum gewöhnlichen Sehen bei mittleren und hohen Lichtstärken eine Begünstigung des kurzwelligen Lichtes gegenüber dem langwelligen stattfindet, so zwar, daß jene Steigerung der Empfindlichkeit überhaupt nur für kurzwelliges Licht vorhanden ist, für das Rot aber fehlt. Wir haben es hier in der Tat mit einer ganz eigenartigen von der gewöhnlichen verschiedenen Funktionsweise unseres Sehorgans zu tun, einer Funktionsweise, welche allein dem Zentrum abgeht. Auf der anderen Seite wissen wir seit lange von einem allein im Netzhautzentrum fehlenden physiologisch-optischen Apparat, den Stäbchen."

In dem Purkinje'schen Phänomen und in den damit zusammenhängenden Erscheinungen fungiert also der Stäbchen-Apparat. Dieser ist also ausgezeichnet 1. durch totale Farbenblindheit, 2. eine vorwiegende Erregbarkeit durch kurzwelliges Licht, 3. eine sehr hochgradige Erregbarkeit durch schwaches Licht, d. h. Dunkeladaptionsfähigkeit. Der Zapfenapparat ist dagegen trichromatisch und braucht stärkeres Licht. — Diese Annahme findet eine anatomische Bestätigung in der starken Ausbildung der Stäbchen und dem Zurücktreten oder Fehlen der Zapfen bei Nachttieren.

Digitized by Google

Genauere Untersuchungen über Dunkeladaption stellte H. Piper an.[1])

Verf. stellte Versuche über die quantitativen Verhältnisse der Adaption an, welche bisher noch fehlten. Er fand, „daß die Empfindlichkeit der Retina bei Dunkelaufenthalt, vom Zustand guter Helladaption ausgehend, in den ersten 10—12 Minuten langsam, dann aber schnell zunimmt und nach längerer oder kurzer Zeit ein Maximum erreicht, auf dem sie stehen bleibt." „Man kann zwei Typen des Adaptionsverlaufes unterscheiden, von denen der eine durch sehr schnelle und meist auch hochgradige Empfindlichkeitszunahme, der andere durch langsame und in der Regel weniger ausgiebige Adaption ausgezeichnet ist." Diese Typen fallen nicht zusammen mit den Typendifferenzen des Farbensinnes. Darum wird die von J. v. Kries angenommene Selbstständigkeit des Adaptionsapparates (der Stäbchen) durch die Beobachtungen begünstigt. „Vermutlich erfolgt die Vereinigung der beiden Sehfelder bei Hell- oder Dunkeladaption nach wesentlich verschiedenem Prinzip: beim Binokularsehen mit dunkeladapierten Sehorganen findet eine Addition der jedes Einzelauge treffenden Schwellenreize statt, für die helladapierten Augen trifft das nicht zu."

Eine Bestätigung der Stäbchentheorie ergab sich Piper aus der Abhängigkeit der Sichtbarkeit eines Objektes von seiner Größe.[2])

Es ergab sich, „daß der Reizwert eines Objektes für die dunkel adaptierte Netzhautperipherie nicht nur mit der ausgestrahlten Lichtintensität, sondern auch mit der Flächengröße seines Netzhautbildes deutlich und nicht unerheblich zu- resp. abnimmt, daß aber die in der helladaptierten Netzhautperipherie ausgelöste Helligkeitsempfindung fast ausschließlich durch Änderung der Lichtintensität alteriert wird". Das stimmt zu der Stäbchentheorie von Kries, insofern durch Addition von den zahlreichen Reizen der in der Peripherie der Netzhaut verbreiteten Stäbchen eine stärkere Empfindung entstehen muß.

Die J. v. Kries'sche Theorie wird auch von A. Kirschmann[3]) experimentell bestätigt und noch genauer bestimmt.

Direkt wird gesehen was im Blickpunkte sich befindet, dessen Bild gerade auf dem gelben Flecke dargestellt wird; was mit den äußeren Teilen der Netzhaut gesehen wird, wird indirekt gesehen.

---

1) Über Dunkeladaption. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1892. 30. Bd. S. 161.

2) Über die Abhängigkeit des Reizwertes leuchtender Objekte von ihrer Flächen- bezw. Winkelgröße. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1903. 32. Bd. S. 98.

3) Über die Helligkeitsempfindung im indirekten Sehen. Philos. Stud. 1888. S. 447.

Digitized by Google

Man hat nun immer geglaubt, daß der gelbe Fleck am lichtempfindlichsten sei; Kirschmann weist nach, daß er zwar die Stelle des deutlichen Sehens repräsentiert, daß aber die peripherischen Teile der Netzhaut empfindlicher sind. Die Bilder müssen allerdings objektiv lichtschwächer vom gelben Fleck aus nach außen werden, da sie aber doch gleich hell wie im Blickpunkte gesehen werden, so müssen sie für Licht empfindlicher sein. Dabei bleibt bestehen, daß sie für Farbenunterscheidung weniger leisten als das Zentrum: in einiger Entfernung von denselben nach der Peripherie zu werden nur Gelb und Blau, noch weiter gar keine Farben mehr erkannt, sondern nur Helligkeitsunterschiede.

Kirschmann konnte noch genauer konstatieren, daß die Empfindlichkeit ihr Maximum in einer bestimmten Entfernung von dem gelben Fleck erreicht, um von da nach außen wieder zu sinken. „Auch für die Wahrnehmung schneller Bewegungen ist die peripherische Netzhaut empfindlicher als die zentrale."

„Die vorstehend aufgeführten Eigenschaften des Auges besitzen den Charakter einer für das Sehen zweckmäßigen Einrichtung und bieten hinsichtlich der Wahrnehmung nicht fixierter Objekte und der an den Grenzen des Sehfeldes vor sich gehenden Bewegungen bedeutende Vorteile." Kirschmann hält es für wahrscheinlich, daß die Stäbchen der Retina als katoptrische Instrumente wirkend, die starke Empfindlichkeit der seitlichen Netzhaut bewirken. Während nämlich im gelben Fleck die Zapfen vorherrschen, zeichnet sich die Peripherie der Netzhaut durch gehäufte Stäbchen aus.

Zur Bestätigung seiner Theorie dienen Kries die Dämmerungswerte.[1])

„Dämmerungswerte" sind rein empirisch ausgedrückt die Helligkeitswerte, die den verschiedenen Lichtern zukommen, wenn sie bei dunkeladaptiertem Auge in so geringer Stärke angewandt werden, daß sie farblos erscheinen. Dem Verf. sind sie die Reizungswerte für den Dunkelapparat des Auges d. h. die purpurhaltigen Stäbchen. Eine Adaption von 5—10 Minuten reicht für eine Vergleichung hin, aber es entsteht die Frage, ob bei längerer Adaption die Dämmerungsäquivalenz zweier Lichter konstant bleibt, d. h. ob die Dämmerungswerte vom Grade der Adaption abhängen.

„Die Versuche lassen eine wenn auch nicht sehr starke aber doch vollkommen deutliche Änderung der Äquivalenzverhältnisse in dem

1) Über die Abhängigkeit der Dämmerungswerte vom Adaptionsgrade. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 27. Bd. S. 225.

Digitized by Google

Sinne erkennen, daß allmählich das Blau verstärkt resp. das Orange abgeschwächt werden muß, das letztere also relativ stärker wirksam erscheint." — Eine dem Purkinje'schen Phänomen entgegengesetzte Änderung.

Hierher gehört auch die Abhandlung von Loeser.[1])

Für das dunkeladaptierte Auge treten die Farben farblos über die Schwelle; die Lichtempfindlichkeit aber ist gesteigert. Aber auch die fovea centralis zeigt nach Nagel und Schäfer Empfindlichkeitszunahme, letztere in den ersten 2—6 Minuten, erstere viel stärkere Steigerung in der Peripherie setzt nach 8—10 Minuten ein. Es bleibt noch zu untersuchen, wie die Farbenempfindung nach diesen 10 Minuten sich verhält.

„Schon in den ersten Sekunden, sicher in Bruchteilen einer Minute vom Moment guter Helladaption ab tritt eine erhebliche Zunahme der Farbenempfindlichkeit ein, die nach etwa 8—12 Minuten ihr Maximum erreicht und dann allmählich wieder abnimmt. Nach etwa 40—50 Minuten wird ein definitiver Zustand erreicht, indem die Farbenempfindlichkeit keine gröberen Veränderungen mehr erleidet." „Das Wiederansteigen der spezifischen Farbenschwelle, die das Sinken der Farbenempfindlichkeit bedingt, fällt zeitlich faßt genau zusammen mit der erheblichen Empfindlichkeitssteigerung für farblose Lichteindrücke. im allgemeinen. Es wird deshalb angenommen werden dürfen, daß ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen diesen beiden Vorgängen besteht. Die Annahme gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn wir die quantitativen Unterschiede in dem Wiederansteigen der spezifischen Farbenschwelle für rotes Licht auf der einen Seite, grünes und blaues auf der andern berücksichtigen. Für Rot, dessen Dämmerungswert gering ist, ist auch die sekundäre Erhöhung der Farbenschwelle minimal oder fehlt ganz; für die kürzerwelligen Lichter mit hohem Dämmerungswert ist sie dagegen evident."

Das Purkinje'sche Phänomen.

In dem sog. Purkinje'schen Phänomen[2]) liegt nach der von Kries'schen Deutung desselben eine Bestätigung der Stäbchentheorie.

Bei kurz anhaltendem Lichtreiz folgt ungefähr $^1/_5$" später ein länger andauerndes Nachbild: Purkinje'sches Phänomen, recurrent vision der Engländer. J. v. Kries glaubt, die Erscheinung dadurch

1) Über den Einfluß der Dunkeladaption auf die spezifische Farbenschwelle. A. a. O. 36. Bd. S. 1.

2) J. v. Kries, Über die Wirkung kurzdauernder Lichtreize auf das Sehorgan. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1896. 12. Bd. S. 81.

Digitized by Google

erklären zu können, daß das primäre Licht von den Zapfen im gelben Flecke, das sekundäre von den langsamer reagierenden Stäbchen der Peripherie der Netzhaut empfunden wird. Dafür spricht die Tatsache, daß bei Einwirkung roten Lichtes jenes Nachbild ausbleibt; die Stäbchen sind aber gerade für rotes Licht unempfindlich; denn rotes Licht wird auch bei stärkster Dunkeladaption also bei schwächster Erleuchtung nicht erst gräulich (Stäbchenreaktion) wie die anderen Farben, sondern sogleich in seiner eigenen Farbe gesehen.

Ferner fand der Verf., wenn er die Erscheinung auf einer rotierenden Scheibe erzeugte, daß in der Nähe des Fixationspunktes das Nachbild verschwand und sodann wieder auftauchte. Die Einfachheit dieser Erklärung wird freilich dadurch wieder getrübt, daß bei sehr starker Dunkeladaption (ungefähr $^1/_2$ Stunde das Auge im Dunkeln gehalten) die Erscheinung eine starke Modifikation erlitt, weshalb der Verf. glaubt, eine doppelte Reaktionsweise des Stäbchenapparates annehmen zu müssen, die eine für helles Licht stark verzögert, die andere bei sehr geringer Lichtintensität weniger verzögert. Vielleicht erklärt sich die eine durch Zersetzung des Sehpurpurs, die andere des Sehgelbs.

Eine Bestätigung der Theorie findet J. v. Kries in dem Fehlen des Purkinje'schen Phänomens in dem Zentrum der Netzhaut. Nach einer momentanen Reizung der Zentrumsperipherie zeigt sich nach kurzem Zwischenraume ein Nachbild; wie das Objekt bewegt wird, erscheint das Nachbild nach entgegengesetzter Richtung bewegt. J. v. Kries und W. A. Nagel berichten darüber in der Zeitschrift für Psychologie und Physiologie d. S.[1])

Das Purkinje'sche Phänomen bleibt aus bei momentaner Reizung des Netzhautzentrums und dies auch bei der längsten Dunkeladaption, in der sich das Auge auf schwache Reize angepaßt hat. Das Ergebnis kann kurz dahin zusammengefaßt werden, daß von dieser Erscheinung in einem kleinen zentralen Netzhautbezirk in der Tat auch nicht die geringste Spur nachgewiesen werden konnte. „Erwägt man, daß es sich dabei um eine Erscheinung handelt, die peripher von einer so augenfälligen Deutlichkeit ist, daß sie selbst bei sehr reduziertem Betrage nicht übersehen werden könnte, so wird man nicht leugnen können, daß die Tatsachen auf irgend eine im Zentrum vollkommen fehlende Besonderheit hinweisen; mag nun diese in einem anatomischen Gebilde, einer chemisch definierten Substanz oder worin sonst immer zu suchen sein. Die allgemein von uns vertretene

1) 1900. 23. Bd. S. 161 ff.: „Weitere Mitteilungen über die funktionelle Sonderstellung des Netzhautzentrums".

Digitized by Google

Anschauung, daß der Mangel der Stäbchen und des Purpurs in dieser Tatsache zum Ausdruck komme, und daß andererseits die purpurhaltigen Stäbchen die Organe des zentral vermißten charakteristischen Dämmerungssehens seien, wird man hierin wohl zunächst bestätigt finden dürfen."

Heß bestreitet sehr energisch die von J. v. Kries und Nagel gemachte Beobachtung, die auch Hamaker bestätigte, daß das Purkinje'sche Phänomen an der Stelle des deutlichsten Sehens fehle.

Dagegen J. v. Kries:

Das Phänomen hat sonst eine doppelte Form: 1° bei momentaner Erleuchtung eines ruhenden Objektes erscheint später $\left(\frac{1}{5}''\right)$ ein zweites im allgemeinen positiv komplementäres Nachbild. 2° einem bewegten Objekte folgt in einem gewissen Abstande ein zweites (recurrent vision). Für beide Fälle weist Kries das Fehlen in der fovea lutea nach, für den letzteren Falle so, daß das nachlaufende Bild den zentralen Bezirk überspringt. Die Polemik von Heß z. B. der Umstand, daß auch der Farbenblinde das Phänomen sieht, beweise nichts.[1])

Heß bestreitet alle von v. Kries zur Erklärung der Farbenblindheit aufgestellten Hypothesen (Stäbchentheorie).

Mit Heß stimmt vielfach überein Fr. D. Sherman.[2])

Die Ergebnisse seiner Experimente widersprechen vielfach denen von J. v. Kries. Der Verf. stellte fest:

„1. Das Purkinje'sche Phänomen wird im Zentrum unter denselben Bedingungen wie in der Peripherie gesehen. 2. Das Farbloswerden im indirekten sowohl wie im direkten Sehen kann nicht auf einen Stäbcheneffekt bezogen werden. 3. Die Wahrnehmbarkeit des Rot im Zentrum ist größer als die des Blau und gegen die Peripherie hin fallen die Schwellenwerte näher zusammen. . . . 4. Die Farbenschwellen bei 20 Minuten Adaptation und indirektem Sehen sind etwas erhöht, aber der Verlust des Rot ist größer als der des Blau. 5. Es gibt eine Adaptation für Farben im Zentrum, die darauf gerichtet ist, die Farbenwahrnehmung bei Dunkeladaption in gleichem Maße wie bei Helladaption zu erzielen. . . . Jedenfalls aber ändert die Dunkeladaption das relative Verhältnis des Rot und Blau, welches für Helladaption gilt, nicht."

---

1) Über die im Netzhautzentrum fehlende Nachbilderscheinung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1902. 29. Bd. S. 81 ff.

2) Über das Purkinje'sche Phänomen im Zentrum der Netzhaut. Philos. Stud. 1897. 13. Bd. S. 434.

Digitized by Google

W. Hellpach[1]) hat durch genauere Untersuchungen der verschiedenen peripheren Netzhautzonen auf ihre Farbenempfindlichkeit eine Stütze für die Wundt'sche und verschiedene Schwierigkeiten gegen die Helmholtz'sche und Hering'sche Farbentheorie[2]) gefunden. Er bemerkt zunächst: „Dunkeladaption und spektralreine Farben sind die Bedingungen zur Ermittlung wissenschaftlich zuverlässiger Befunde für das Farbensehen."

Unter diesen Bedingungen fand er: „Die Netzhaut zerfällt hinsichtlich der Farbenwahrnehmung in vier Zonen: Die (äußerste) gegenfarbige, die farblose, die nebenfarbige und die gleichfarbige.

„Die nebenfarbige Zone fehlt bei Purpur, Orange und Blau. Gelb existiert im indirekten Sehen nicht. Orange hat die weitesten, Violett meist die engsten Grenzen. . . Die nasofrontale Region ist die Farbentüchtigste.

„Die Vorfarben für Rot, Gelb, Grün und Violett sind der Reihe nach: Orange, Gelb und Blau. Diese Vorfarben sind weder extensiv noch intensiv mit den gleichnamigen Hauptfarben zusammenfallend, noch intensiv und extensiv mit ihnen identisch."

Zwischen dem indirekten Farbensehen und der Farbenblindheit ist keine Analogie zulässig.

„Die verwickelten Befunde des indirekten Farbensehens werden durch die Young-Helmholtz'sche und die Hering'sche Hypothese zum Teil nicht erklärt, zum Teil widersprechen sie jenen Theorien direkt; hingegen scheinen sie auf die starke Bedeutung der objektiven Lichtreize d. i. der Wellenlänge des Lichtes, und somit auf die der weiteren Erforschung dieser Bedeutung einen freien Spielraum lassende Wundt'sche Stufentheorie hinzuweisen."

„Die Existenz der gegenfarbigen Zone bringt die Hering'sche Hypothese in Widerspruch mit den Voraussetzungen der allgemeinen Physiologie."

Der Schluß ist: „Eine genauere Darstellung der Farbenerscheinungen ist bei der unbekannten Konstitution der Sehsubstanz und der wenig untersuchten Abhängigkeit verwickelter chemischer Prozesse von Lichteinwirkungen unmöglich."

Die Versuche von Hellpach wurden ergänzt und bestätigt von W. Peters.[3])

1) Die Farbenwahrnehmung im indirekten Sehen. Philos. Stud. 1899. 15. Bd. S. 524 ff.

2) Siehe unten.

3) Die Farbenempfindung der Netzhautperipherie bei Dunkeladaption und konstanter subjektiver Helligkeit. Archiv f. d. ges. Psych. 1903. 3. Bd. S. 354.

Digitized by Google

„1. In dem parazentralen Sehen nimmt bei größter Intensität das Rot und Gelb an Helligkeit ab, das Grün und Blau an Helligkeit zu. Diese Änderung ist im Rot und Blau am stärksten, geringer im Gelb und Grün. Bei herabgeminderter Sättigung verschwindet sie für die beiden zuletzt genannten Farben. 2. Nachdem im Rot und Gelb das Minimum der Helligkeit erreicht ist, tritt deutliche Helligkeitszunahme ein, die nur im Gelb am Rande des Gesichtsfeldes in eine neuerliche Abnahme übergeht. Im Grün und Blau tritt, nachdem die maximale Helligkeit erreicht ist, Konstanz der Abnahme ein, welch letztere im Grün numerisch größer ist als im Blau. 3. Die für das Rot charakteristische Helligkeitsminderung und die für das Blau charakteristische Vermehrung erstrecken sich im Linksmeridian weiter peripheriewärts als in den anderen Meridianen. Der Linksmeridian steht im allgemeinen hinter den andern an Helligkeit zurück. Die maximalen Helligkeiten liegen im Vertikalmeridian (namentlich im Untermeridian)."

Das wichtigste Resultat der Untersuchung ist, „daß zwischen der immer noch in gewissem Sinne als farbenempfindlich zu bezeichnenden äußeren Peripherie und der farbentüchtigen parazentralen Retina ein Gebiet liegt, in dem die farblose Komponente der Empfindung dominierend wird."

„Die zweite durch diese Versuche festgestellte Tatsache ist die, daß es innerhalb der Grenzen, die das sog. normale Farbensystem von dem anormalen scheiden, individuelle Differenzen der peripheren Wahrnehmung gibt, die die Unterscheidung gewisser Typen gestatten;" der „peripher rotsichtige" ist weit häufiger als der farblose bezw. grünliche.

„Drittens hat die Untersuchung ergeben, daß die äußere Peripherie des dunkel adaptierten Auges *vorwiegend* gelbliche und rötliche Töne perzipiert."

Mit *Hellpach* ist festzuhalten, daß die äußere Peripherie der dunkeladaptierten Netzhaut weder absolut für Farben unempfindlich ist, noch auch das Minimum der Farbenempfindung repräsentiert.

Für Kries tritt ein A. *Samojloff*.[1])

Gegen die Beobachtungen v. *Kries'* über die nachlaufenden Bilder hatte *Heß* zwei Einwände erhoben. 1°. Daß sie gleichgefärbt seien mit dem Urbilde, während v. Kries komplementäre Färbung annahm, 2° daß ein peripherer und zentraler Bezirk der Bilder nicht

1) Zur Kenntnis der nachlaufenden Bilder. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 20. Bd. S. 118.

Digitized by Google

wie v. Kries getan, zu unterscheiden sei. Verf. findet diese Einwände nicht berechtigt.

Das Purkinje'sche Phänomen ist nur ein Spezialfall der Nachbilderscheinung.

Die Nachbilder.

Darüber äußert sich H. G. Hamacker.[1])

Auf zweifache Weise kann man Nachbilder nach momentanem Lichteindruck erzielen: ein Licht bewegt sich schnell durch das Gesichtsfeld, ohne daß es vom Auge verfolgt wird, so Purkinje (Purkinje'sches Phänomen), oder nach dem Vorgange Brücke's wird ein ruhendes Licht momentan betrachtet; in ersterem Falle werden Nachbild und Licht gleichzeitig neben einander wahrgenommen, in letzterem Falle erscheinen Bild und Nachbilder nach einander an derselben Stelle.

Der Verf. stellte nun zunächst mit ruhendem Licht Versuche an, und fand folgende sieben Stadien im Auftreten der Nachbilder: 1. Das gefärbte Lichtbild selbst; 2. ein dunkles Intervall; 3. das sekundäre Bild, das Purkinje'sche Nachbild; 4. eine dunkle Phase; 5. das tertiäre Bild, positiv gleichnamig mit dem Urbild, dauert einige Sekunden; 6. Dunkel; 7. ein negatives Nachbild, also dunkel von einem hellen Hof umgeben und komplementär gefärbt, dasselbe, das bei längerer Helligkeitseinwirkung wahrgenommen wird.

Das Purkinje'sche Verfahren, sinnreich nachgeprüft, ergibt sechs Phasen: 1. Primäres Bild; 2. Gleichgefärbtes oder weißliches Nachbild; 3. Dunkel; 4. Farbe des primären Bildes, doch bei Rot stets fehlend; 5. Dunkel; 6. schwach positiv, meist etwas violett. Bei längerer Helligkeitsdauer waren die Nachbilder nicht sehr verschieden.

Noch genauere Angaben konnte H. Munk[2]) nach seinen Experimenten machen. Er berücksichtigt besonders kurze Reizung, bei der das Purkinje'sche Phänomen eintritt, aber auch längere Reizeinwirkung.

Die Beobachtungen über die Nachbilder gehen sehr auseinander und werden sehr verschieden gedeutet. Nach den Beobachtungen des Verf.'s mit farblosen Bildern kommt nicht ein dreifaches Bild zustande, sondern ein einziges, kontinuierliches. Die Unterscheidung dreier Bilder rührt von dem nachträglichen stärkeren Kontrast zwischen Bild und Grund her.

„Die Erscheinung eines dreifachen Bildes wird allein durch

1) Über Nachbilder nach momentaner Helligkeit. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. der Sinnesorgane. 1899. S. 1.

2) Die Erscheinungen bei kurzer Reizung des Sehorgans. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1900. 22. Bd. S. 60.

Digitized by Google

die Helligkeitsdifferenz von Mitte und Grund bewirkt. Schwächt man diese in geeigneter Weise ab, so sieht man ein einziges zwar schwankendes aber vollkommen kontinuierliches Phänomen. Die in Betracht kommende Wirkung dieser Helligkeitsdifferenz äußert sich wesentlich in dem späteren Auftreten eines verstärkten Kontrastes... Tritt überhaupt ein negatives Bild deutlich hervor, so wird es erst nach den positiven Bildern beobachtet. Das bisher sog. primäre, sekundäre, tertiäre Bild sind drei Phasen des positiven Bildes: Reiz-, Kontrastphase, abklingende Phase; sie zusammen können als positives Bild dem negativen gegenübergestellt werden."

Aber wie erklärt sich die spätere Intensität des Kontrastes? Bei der Reizeinwirkung findet eine physikalische Zerstreuung des Lichtes statt, welche auch die Umgebung des Bildes erhellt.

Für farbige Bilder fand Munk gleichfalls:

„1. Die Bedingung für das Zustandekommen der Komplementärphase ist die Helligkeitsdifferenz von Mitte und Grund. Hebt man den Helligkeitskontrast auf, so klingt das farbige Feld ohne Schwankung und ohne Farbenwechsel ab. Der Eintritt der komplementären Farbe fällt mit der Kontrastfarbe zusammen, sodaß in dieser ein positives komplementäres Bild vorhanden ist... Ein negatives Bild wird, sofern es überhaupt hervortritt, erst nach den positiven Phasen beobachtet."

Bei längerer Reizeinwirkung tritt unmittelbar ein komplementäres Bild auf, das durch „Ermüdung" bedingt ist, also ganz verschieden von dem Abklingen momentaner Reizung. Der Widerspruch, daß trotz der physikalischen Zerstreuung, die auch bei farbigen Reizen nicht fehlt, dennoch kein späterer starker Farbenkontrast auftritt, erklärt sich wohl aus der geringeren nutritiven Leistung in dem chromatischen Spezialsinn. In der Tat schlägt die farbige Erregung sofort nach Aufhören des Reizes in den Komplementär-Prozeß um, während das weiße Objekt bei einer Dauer von 2" erst recht die Intensität seines positiven Bildes erlangt.

Nach S. Exner[1]) unterliegt das Verschwinden und Auftauchen der Nachbilder einer Periode.

Die Nachbilder entwickeln sich am besten bei starrem Blicke verschwinden bei Augenbewegungen, um bei neuerlicher Fixation wieder aufzutauchen. Verf. ist der Ansicht, daß dies daher rühre, weil bei ruhendem Auge subjektive und objektive Eindrücke nicht zu unterscheiden

1) Das Verschwinden der Nachbilder bei Augenbewegungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1890. S. 47.

Digitized by Google

sind, wohl aber wenn das Auge sich bewegt. Denn dann bleiben die objektiven an ihrem Platze, die subjektiven aber bewegen sich mit dem Auge. Neuerdings haben aber E. Fick und A. Gürber in einer Abhandlung über Netzhauterholung die Ansicht ausgesprochen, daß das Verschwinden der Nachbilder bei Blickbewegungen auf einer plötzlichen, kurzdauernden Erholung der Netzhaut beruhe, diese Erholung aber dadurch zustande komme, daß der Zug der Augenmuskeln den intraokularen Druck ändere, und dadurch die Zirkulation im Auge begünstige. Der Verf. hält jedoch an seiner Ansicht fest und führt dafür unter anderen folgende Gründe an. Es ist eine allgemeine Erscheinung, daß subjektive Bilder überhaupt bei Blickbewegungen verschwinden, also auch jene, welche mit Ermüdung und Erholung der Netzhaut nichts zu tun haben, wie die Foveafigur, die Adernetzfigur, selbst die ‚mouches volantes'. Ferner ist das Zitterlicht (indem man z. B. durch die Speichen eines rotierenden Rades sieht) ein vorzügliches Mittel, die subjektiven Erscheinungen auch ohne Nikol am blauen Himmel zu sehen. Nach der Erholungstheorie sollte man sie aber in dieser Beleuchtung am wenigsten sehen.

S. Exner hat dieser Frage eine ganz neue Wendung gegeben, indem er in der oben skizzierten Abhandlung behauptet, das Verschwinden der Nachbilder hänge gar nicht von der Augenbewegung ab, sondern erfolge periodisch.

Farbenblindheit.

Eine weitere Bestätigung seiner Theorie findet J. v. Kries in den Erscheinungen der Farbenblindheit,[1]) bei der bloß die Stäbchen fungieren.

„Als das überraschendste und theoretisch wichtigste Ergebnis können wir wohl das bezeichnen, daß bei farblosem Sehen am nasalen Gesichtsfeldrande das Äquivalenzverhältnis der Lichter einerseits bei hohen Intensitäten und helladaptierter Netzhaut, anderseits bei geringer Lichtstärke und Dunkeladaptation ein völlig verschiedenes ist." „Die total farbenblinden Zonen eines normalen und eines protanopischen Sehorgans sind bezüglich der Helligkeit, mit der sie verschiedene Lichter sehen, von einander völlig verschieden." „Der Unterschied des protanopischen (Rotblinden) und des deuteranopischen (Grünblinden) Sehorgans besteht in der Peripherie bis zu den größten Exzentrizitäten in derselben typischen Deutlichkeit wie im Zentrum." Die

1) Über die Farbenblindheit der Netzhautperipherie. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1887. S. 247.

Digitized by Google

Hering'sche Theorie der Gegenfarben läßt sich sicher in ihrem ganzen Umfange nicht halten; „in vielen Beziehungen liegen die tatsächlichen Verhältnisse vollkommen anders, als es in jenen theoretischen Konstruktionen angenommen worden ist."

A. Kirschmann[1]) charakterisiert genauer die verschiedenen Arten von Farbenblindheit.

Die Einteilung von Helmholtz: Monochromaten, Dichromaten und Trichromaten begeht in der Bezeichnung „Monochromaten" einen tatsächlichen, in der Koordination von „Dichromaten" und „Trichromaten" aber einen logischen Fehler, auf Grund dessen sich schwerwiegende Irrtümer in die Interpretation der Erfahrungstatsachen einschleichen. Die einzige Einteilung, welche den Tatsachen der Erfahrung, sowie den logischen Forderungen Rechnung trägt, ist diejenige in Achromaten, Dichromaten und Polychromaten.

„Die Farbenempfindungen der Polychromaten bilden eine in sich zurücklaufende stetige Reihe von Qualitäten, deren Zurückführung auf eine beschränkte Anzahl von Grundempfindungen oder Urvalenzen zwar für einzelne Erscheinungen möglich, für die Gesamtheit derselben aber nicht durchführbar ist." „Die Verhältnisse zwischen den Farbenempfindungen sind keineswegs bei allen Polychromaten dieselben. Es gibt Polychromaten mit bedeutenden Abweichungen von dem normalen System der farbigen Empfindungen." „Es gibt mannigfache Übergangsformen zwischen den normalen Polychromaten und den reinen Dichromaten."

„Die beiden übrig bleibenden Grundfarben sind nicht bei allen Dichromaten dieselben; auch die Einteilung der Dichromaten in Blaugelb-Blinde und Rotgrün-Blinde findet in den Tatsachen der Erfahrung keine Stütze; es gibt ebensogut Orangeindigo-Blinde oder Grüngelbviolett-Blinde wie Grünpurpur-Blinde. Unter den sämtlichen von mir untersuchten Fällen von partieller Farbenblindheit sind kaum zwei Fälle, die einander einigermaßen vollständig gleichen."

„Die Unempfindlichkeit für eine Qualität kann bei Dichromaten wie bei Polychromaten jede beliebe Spektralpartie betreffen und zwar häufig ohne die für das normale Auge dazugehörige Komplementärfarbe in Mitleidenschaft zu ziehen. Es findet dann eine Verschiebung des Komplementarismus statt. Es können beispielsweise die Farben Rot und Blau den Charakter von Komplementärfarben besitzen und Komponenten eines eindimensionalen Farbensystems (oder zweidimensionalen Systems der Lichtempfindungen) bilden." „Die sog. neutrale Stelle des Farben-

1) Beiträge zur Kenntnis der Farbenblindheit. Philos. Studien. 1892. S. 407 ff.

Digitized by Google

blinden fällt keineswegs nur an diejenigen Orte des Spektrums, an welchen sie nach den Grundfarbentheorien liegen müßte."

W. Uhthoff[1]) hat die Begleiterscheinungen der totalen Farbenblindheit genauer untersucht. Dieselben sind: „1. Subnormale Sehschärfe. 2. Ausgesprochene Lichtscheu mit deutlicher Verschlechterung des Sehens bei intensiver Beleuchtung. 3. Ein eigenartiger Nystagmus." „Sobald durch hinreichende Herabsetzung der Beleuchtung das Farbig-Sehen auch für uns aufhörte, beständen für uns ganz analoge Verhältnisse wie für den Achromaten." „Am Spektralapparat erscheint für den Achromaten das rote Ende deutlich verkürzt, das violette dagegen nicht. Die hellste Stelle im Spektrum liegt im Grün, bei zirka 530 μμ." So auch alle früheren Forscher, nur vereinzelt geben manche auch für den Achromaten das Gelb als hellste Stelle an. „Ganz in Übereinstimmung mit der Hering'schen Lehre von der weißen und farbigen Valenz der Farben waren die vergleichenden Untersuchungsresultate zwischen dem achromatischen und normalen Auge. . . . Der Achromat traf bei Tageslicht schon dieselbe Auswahl wie später im Dunkelzimmer, während das normale Auge im Dunkelzimmer seine Auswahl (zwischen Helligkeit grauer Papiere und farbiger Pigmente) wesentlich abändern und der Auswahl des Achromaten anpassen mußte. Bei Tageslicht beeinflußte aber die farbige Valenz der Pigmente für das normale Auge wesentlich die Helligkeitsschätzung, ein Einfluß, der natürlich für den total Farbenblinden nicht in Betracht kommt."

Darin findet A. König[2]) eine Bestätigung der Kries'schen Stäbchentheorie.

Die Untersuchungen W. Uhthoff's über totale Farbenblindheit bestätigen auffallend Kries' Ansichten. Da in der Fovea centralis nur Zapfen und dünne Stäbchen sich finden, so muß, da nach Voraussetzung bei Farbenblinden allein die Zersetzung des Sehpurpurs die Lichtempfindung vermittelt, hier alle Lichtempfindung fehlen. Nun hat Uhthoff wirklich hier ein zentrales Skotom nachgewiesen: ein kleines Papierschnitzelchen verschwindet, wenn es diese Stelle trifft.

Daraus erklärt sich auch die herabgesetzte Sehschärfe der Farbenblinden; die Fovea ist ja die Stelle der höchsten Sehschärfe besonders ihr Rand. Diese Verteilung der Sehschärfe hat auch Uhthoff gefunden. Weiter erklärt sich ihr Nystagmus. Sie haben nämlich keinen

1) Ein Beitrag zur totalen und komplementalen Farbenblindheit. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 20. Bd. S. 326 ff.

2) Bemerkungen über angeborene Farbenblindheit. A. a. O. 20. Bd. S. 425.

Digitized by Google

Punkt deutlichen Sehens, sondern eine kreisförmige Linie, den Rand der Fovea. Es wird also bald dieser bald jener Punkt zum Fixieren benutzt, und das Auge macht darum fortwährend kleine Bewegungen. Diese Schwankungen in der Fixation hat auch Uhthoff gefunden. Auch die zahlenmäßigen Sehschärfebestimmungen Uhthoff's stimmen auffallend mit denen Kries überein. Nach Kries tritt die Abzweigung der Sehschärfekurven des normalen Auges von der des Farbenblinden da ein, wo die Zapfen, wenigstens die funktionsfähigen in Tätigkeit treten, wo also die Farbendifferenzierung beginnt. Uhthoff aber fand: „Das Auseinandergehen der Kurven findet ungefähr bei der Beleuchtung statt, wo das normale Auge beginnt, Pigmentfarben als farbig wahrzunehmen."

Eine weitere Bestätigung seiner Theorie findet Kries mit Nagel in der partiellen (Grün-) Blindheit.

Für Dichromaten kann zu jedem homogenen Lichte eine gleich erscheinende Mischung zweier Farben, eines lang- und eines kurzwelligen gefunden werden. Versuche von König zeigten aber, daß die Farbengleichungen von der Intensität des angewandten Lichtes abhängig sind, wodurch das Newtonsche Mischungsgesetz einigermaßen durchbrochen ist. Die beiden Experimentatoren, deren einer grünblind ist, haben dies durch zuverlässige Experimente bestätigt und deuten dies im Sinne der von Kries vertretenen Anschauung über den Dunkel- und Hellapparat des Auges. Für schwaches Licht adaptiert sich das Auge, indem die Stäbchen in der Peripherie der Netzhaut fungieren, für helle Farben die Zapfen in der fovea. Sie bevorzugen gegen König die Deutung, „daß es sich um das wechselnde Hervortreten zweier verschiedener Apparate handelt, und daß die Reizwerte zweier Lichter für den einen gleich, dabei aber für den anderen ungleich sein können".[1])

Über Farbenblindheit liegen noch andere interessante Experimente vor. So die von E. Brodhun.[2]) Er fand:

„In der letzten Hälfte des Spektrums rechts von E ist der Grünblinde ebenso empfindlich oder noch empfindlicher als der Trichromat gegen Farbenänderung, während in der anderen Hälfte der letztere sich weitaus empfindlicher als der erstere erweist.

Derselbe untersuchte „Die Gültigkeit des Newton'schen

1) Über den Einfluß von Lichtstärke und Adaption auf das Sehen des Dichromaten. Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. 12. Bd. S. 1 ff.

2) Über die Empfindlichkeit des grünblinden und des normalen Auges gegen Farbenänderung im Spektrum. A. a. O. 1891. 3. Bd. S. 96.

Digitized by Google

Farbenmischungsgesetzes bei dem sogn. grünblinden Farbensystem."[1])

Nach dem Newton'schen Gesetze lassen sich alle Farben durch Mischung einiger wenigen herstellen, wobei die Intensität der Komponenten ohne Einfluß ist. Nun zeigen aber Beobachtungen des Verf.'s u. a., daß bei Farbenblinden der sog. neutrale Punkt nicht unverändert ist, sondern bei schwacher Beleuchtung nach dem roten Ende des Spektrums hinwandert. Der neutrale Punkt aber ist jener, wo die Farbenblinden weiß sehen. Also wird die Mischfarbe weiß bei schwachem Lichte von andern Farben als bei starkem Lichte erzeugt. Auch bei normalen Augen kommen, wenn auch weniger auffallende Abweichungen vom Newtonschen Farbenmischungsgesetz vor.

Das Flimmern.

J. v. Kries führt auch die Erscheinung des Flimmerns, welche sich beim Farbenblinden anders herausstellt, als beim Farbentüchtigen für seine Theorie an.

Versuche von Uhthoff ergaben, daß „im vollen Tageslicht die Erscheinung des Flimmerns für den total Farbenblinden bei einem Lichtwechsel von einigen zwanzigmal in der Sekunde aufhört, während unter gleichen Umständen das normale Auge einen zwei- bis dreifach schnelleren Lichtwechsel erforderte". Dieser Unterschied geht der Sehschärfe parallel; je schwächer das Auge, um so weniger Schnelligkeit der Lichteindrücke ist erforderlich um Flimmern zu erzeugen. Im Dämmerungsschein fällt dieser Unterschied weg, was sehr für die Stäbchentheorie spricht.[2])

Auch M. Schaternikoff[3]) hat aus den Erscheinungen des Flimmerns die Stäbchentheorie bestätigt gefunden.

Das Flimmern wird durch die Intermittenz der Lichtreize bewirkt. Mit steigender Intensität des intermittierend einwirkenden Lichtes müssen die Unterbrechungen immer häufiger auf einander folgen, die „Verschmelzungsfrequenz" größer werden, wenn das Flimmern in stetige Empfindung übergehen soll. Dagegen bei Dunkeladaption „steigen die Verschmelzungsfrequenzen mit der Vermehrung der wahrgenommenen Helligkeit nicht bloß dann, wenn diese durch Erhöhung der Lichtstärke, sondern im gleichen Sinne auch dann, wenn sie durch fortschreitende Dunkeladaption bewirkt wird". Dagegen rückt bei

1) A. a. O. S. 323.

2) A. a. O. 1903. 32. Bd. S. 113. „Über die Wahrnehmung des Flimmerns durch normale und total farbenblinde Personen."

3) Über den Einfluß der Adaption auf die Erscheinung des Flimmerns. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1902. 29. Bd. S. 241.

Digitized by Google

farbigen Lichtern „die Verschmelzungstendenz mit zunehmender Dunkeladaption herunter".

Das spricht für die Kries'sche Stäbchentheorie. „Nehmen wir an, was ohnehin wahrscheinlich ist, daß die Stäbchen zu dem farbentüchtigen Hellapparat eine größere Trägheit besitzen, so wird ihre Erregbarkeitssteigerung zwar die Verschmelzungsfrequenz hinaufrücken können, so lange es sich um schwache Lichter handelt und der Zapfenapparat ganz außer Spiel bleibt. Bei Lichtern aber, die auf beide Apparate merklich wirken, wird sich die Verschmelzungsfrequenz nach dem Verhältnis richten müssen, in dem der bewegliche und trägere Apparat zusammenwirken, und sie wird heruntergehen müssen, wenn der Anteil des letzteren durch zunehmende Dunkeladaption mehr und mehr ins Gewicht fällt."

Über die Erscheinung des Flimmerns liegen aus neuester Zeit eine große Zahl von Experimenten vor. Die bedeutendsten sind wohl die von K. Marbe,[1]) die freilich von Martius heftige Angriffe erfuhren.

Wenn zwei Reize schnell auf einander einen Punkt der Netzhaut treffen, so verschmelzen sie zu einer Empfindung. Dazu ist, wie man längst wußte, eine gewisse Intensität und Dauer der einzelnen Reize erforderlich, und zwar muß der Reiz um so schwächer sein, je länger er dauert. Der Verf. untersuchte dieses Verhältnis genauer und fand:

„1. Die für die Verschmelzung zweier Reize zu einer Empfindung erforderlichen Gesamtdauern nehmen mit wachsenden Intensitäten ab und zwar ungleich langsamer als die entsprechenden Intensitäten wachsen. 2. Die erforderlichen Unterschiede der beiden Dauern nehmen mit wachsenden Intensitäten zu und zwar ungleich schneller als die entsprechenden Intensitäten wachsen. 3. Die erforderlichen Unterschiede der Dauern nehmen mit wachsender Gesamtdauer zu und zwar ungleich schneller als die letztere. 3a. Es ist für die Verschmelzung günstiger, wenn die Dauer des intensiveren Reizes als wenn die des weniger intensiven überwiegt."

E. P. Braunstein[2]) hat die Flimmererscheinung genauer studiert und sie für ärztliche Beurteilung des Auges verwendet.

„Die Leichtigkeit des Zusammenfließens von Empfindungen ist das Resultat einer mangelhaften Entwickelung der analytischen Funktion des

1) Zur Lehre von den Gesichtsempfindungen, welche aus sukzessiven Reizen resultieren. Philos. Stud. 1893. S. 384.

2) Beitrag zur Lehre des intermittierenden Lichtreizes. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1903. 33. Bd. S. 174 ff. 241 ff.

Digitized by Google

Gehirns" bezw. der Retina. Es bieten also die Intermittenzerscheinungen ein Mittel für den Augenarzt, Schwächung des Sehvermögens zu beurteilen.

Resultate der Experimente: „In dem bekannten Filehneschen Phänomen, daß bei intermittierender Lichtreizung mittels aus weißen und schwarzen Sektoren zusammengesetzter Kreise die zur Verschmelzung der einzelnen Reize zu einer einzigen Empfindung erforderliche Intermittenzzahl mit der Vergrößerung der Sektorenzahl zunimmt, spielt außer der Augenbewegung noch die Zusammensetzung des Gesichtsfeldes eine Rolle, d. h. die Zahl der Teilungslinien, welche im gegebenen Moment auf ein und dieselbe Partie der Netzhaut fallen. 2. Das Gesetz von Marbe: ‚Steigerung der mittleren allgemeinen Helligkeit fördert das Verschmelzen der Empfindungen' wird durch das Experiment bestätigt. 3. Das Gesetz von Marbe: ‚Einem gleichen Reizunterschied entspricht ungefähr eine gleiche Intermittenzdauer' erweist sich als unrichtig. 4. Verringerung der Differenz zweier intermittierender, auf einander folgender Reize fördert das Verschmelzen der Empfindungen. 5. Bei abgeschwächter Beleuchtung und nach genügender Adaption ist die Empfindlichkeit des Zentrums der Netzhaut für intermittierendes Licht sehr unbedeutend und gleicht bei minimaler Beleuchtung fast o. In der Richtung zur Peripherie der Retina nimmt die Empfindlichkeit für intermittierende Reizungen bei abgeschwächter Beleuchtung zu. Bei guter Beleuchtung wird eine entgegengesetzte Erscheinung wahrgenommen: hohe Empfindlichkeit des Zentrums und Verringerung in der Richtung zur Peripherie. Dieses Gesetz gilt nicht nur für weiß, sondern auch für sämtliche Grundfarben. 6. Sowohl Pigment, wie auch Spektralfarben (durch farblose unterbrochen) bilden inbezug auf die Verschmelzung folgende Reihe: Die größte Intermittenzzahl ist für Gelb erforderlich, dann folgen Rot, Grün und Blau. 7. Eine Herabsetzung der Unterschiedsempfindlichkeit, welche mittels der Methode der intermittierenden Lichtreizung sehr genau bestimmt werden kann, wird nicht nur bei Erkrankungen der Retina, sondern auch bei Trübungen der brechenden Medien, die zur Herabsetzung des Sehvermögens führen, beobachtet. . ."

„Die von Kries'sche Theorie, welche den Stäbchen die Bedeutung eines Dunkelapparates beimißt, erhält in meinen Untersuchungsergebnissen eine neue Stütze."

Nach einem Referate von W. Wirth in dem Archiv für die gesamte Psychologie[1]) stehen diese Untersuchungen über kurzdauernde

1) Fortschritte auf dem Gebiete der Psychophysik der Licht- und Farbenempfindung. 1903. S. 417. Das Referat läuft noch immer fort.

Digitized by Google

und intermittierende Reizung jetzt im Vordergrunde des psychologischen Interesses.

Auf den gefundenen Zusammenhang zwischen kritischer Periode und Intensitätsverhältnis will C. Lehmann eine ganze physiologische Psychologie gründen. Seine Maßformel für die Empfindungsintensität ist:

$$E = C_2 \log \left[\frac{R}{R_,} a - b \log R \right]$$ [1])

Der Sehpurpur.

Stäbchen und Zapfen sind nicht nur, wie ihre Namen besagen, morphologisch verschieden, sondern auch anatomisch durch ihre verschiedene Färbung, was gleichfalls auf ihre Funktion inbezug auf Farbenempfindung hinweist. Die Stäbchen fast aller Wirbeltieraugen sind rot gefärbt. Boll entdeckte 1876 ihre Purpurfarbe, deren Substrat ein in den Außengliedern der Stäbchen enthaltener Farbstoff, der Sehpurpur ist. Derselbe erbleicht unter dem Einflusse des ins Auge einfallenden Lichtes. Boll hatte geglaubt, ihn durch den Augenspiegel nachweisen zu können und aus dem Fehlen des Augenrots den eingetretenem Tod erkennen zu können. Dagegen erklärt G. Abelsdorff: „Erstens ist die Purpurfarbe der Netzhaut von dem Bestehen der Zirkulation unabhängig und widersteht kadaverösen Prozessen, zweitens ist der Sehpurpur beim Menschen gar nicht mit dem Augenspiegel erkennbar." [2])

Dagegen konnte Abelsdorff bei Fischen und anderen Wirbeltieren Sehpurpur durch den Spiegel sichtbar machen. Es ergab sich, „daß bei den untersuchten Wirbeltierklassen zwei Arten von Sehpurpur vorkommen, die eine bei den Säugetieren, Vögeln und Amphibien, mit dem Maximum der Absorption bei der Wellenlänge 500 μμ, die andere bei den Fischen mit dem Absorptionsmaximum bei 590 μμ. Die stärkste Absorption findet also bei beiden Arten im Grünen statt, bei den Fischen jedoch in einer dem Gelbgrün sich nähernden Gegend des Spektrums, wodurch das mehr violette Aussehen des Fischpurpurs bedingt wird." Weiter ergab sich gegen frühere Annahmen, „daß wir das Vorkommen von Sehgelb bei den Tieren entschieden verneinen müssen, der Sehpurpur erbleicht, ohne in eine anders gefärbte Substanz überzugehen". [3])

---

1) Vergl. das angeführte Referat von Wirth.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. S. 77 ff.: „Die ophthalmoskopische Erkennbarkeit des Sehpurpurs."

3) A. a. O. 12. Bd. 1896. S. 161 ff.

Digitized by Google

Breuer[1]) suchte den Einfluß des gelben Farbenpigments im Zentrum der Netzhaut, der fovea lutea mit den Zapfen, auf Farbenempfindung nachzuweisen. Die Versuche suchten zu ermitteln, ob das gelbe Pigment der macula lutea Einfluß auf die Empfindungseffekte gemischter Lichter besitzt: sie konnten nur geringe Einflüsse nachweisen. Auch die starke Zunahme der Empfindlichkeit der Netzhaut in dunkeladaptiertem Zustande vom Zentrum nach der Peripherie hin kann nicht auf Rechnung der Makulapigmentsabsorption gesetzt werden.

Zur Bestätigung der Kries'schen Stäbchentheorie dienen die Ergebnisse der Experimente von W. Trendelenburg[2]).

„Es hat sich gezeigt, daß die bleichende Wirkung spektraler Lichter auf den Sehpurpur der Wirkung derselben auf das Auge unter den Bedingungen des Dämmerungssehens mit Annäherung proportional verläuft." „Die Kurven der Dämmerungswerte und der vom Sehpurpur absorbierten Energiemengen sind mit großer Annäherung identisch."

Das räumliche Sehen

bietet der Psychologie und der Physiologie nicht geringe Schwierigkeiten.

Es stehen sich in der Erklärung des Einfachsehens trotz des Doppelbildes beider Augen und der damit zusammenhängenden Tiefenwahrnehmung Nativismus und Empirismus einander gegenüber. Wundt ist der hauptsächlichste Vertreter des letzteren; er läßt durch die Augenbewegungen, welche das Objekt ausmessen, das räumliche Sehen sich erst bilden. Hering ist strenger Nativist: er nimmt an, daß ursprünglich je 2 feste Punkte einander so in den beiden Augen zugeordnet sind, daß sie einem Punkte des Objektes entsprechen. Hören wir zuerst Wundt[3]) selber, der freilich nicht eigentlich Empirist sein will, sondern eine „genetische" Erklärung zu geben behauptet.

Die sogen. geometrisch-optischen Täuschungen sind das geeignetste Mittel, zwischen Nativismus und Empirismus zu entscheiden. Sie können über das Wesen der Gesichtswahrnehmungen und über die elementaren Assoziationsgesetze Aufschluß geben „und auf die schematische Auffassung komplexer Assoziationswirkungen gestützte Vorurteile" widerlegen.

1) Über den Einfluß des Makulapigments auf Farbengleichungen. A. a. O. 13. Bd. S. 464.

2) Quantitative Untersuchungen über die Bleichung des Sehpurpurs in monochromatischem Lichte. A. a. O. 37. Bd. 1905. S. 1.

3) Zur Theorie der räumlichen Gesichtswahrnehmungen. Phil. Stud. 14. Bd. 1898. S. 1.

Digitized by Google

Dahin gehören zunächst die sogenannten Metamorphopsien. Darunter verstehen die Ophthalmologen Bildverzerrungen, die infolge von Netzhautablösungen oder von Lageänderungen einzelner Netzhautstellen durch Exsudate der Aderhaut (sogenannte Chorioiditis disseminata) entstehen. Der Eindruck auf jeden Netzhautpunkt wird so in den äußeren Raum verlegt, wie es der ursprünglichen Lage des Netzhautpunktes entspricht. Erhebungen der Netzhaut durch unterliegende Exsudate lassen eine gerade Linie geknickt erscheinen. Wo die Netzhautelemente durch das Exsudat zusammengedrängt werden, erscheinen die Gegenstände vergrößert, bei Zerrung derselben verkleinert. Man hat dies zur Stütze des Nativismus angeführt, aber mit Unrecht; nur derjenige Empirismus wird dadurch widerlegt, welcher nicht durch längere Übung die räumliche Ordnung des Sehfeldes entstehen läßt, sondern etwa wie Herbart in jedem neuen Sehakte sich bilden läßt. Dagegen beweist die Heilung dieser Augenkrankheit, welche Wundt selbst an sich erfuhr, die genetische Theorie der räumlichen Gesichtswahrnehmungen. Denn nach der Aufsaugung der Exsudate hörte die Verzerrung der Bilder auf, und bestand nur noch schwach um ein durch eine Narbe gebildetes Skotom herum. Nun kann man doch nicht glauben, daß die verschobenen Teilchen genau ihre frühere Lage wieder eingenommen haben: es hat sich also eine neue Orientierung gebildet.

Ganz deutlich beweisen dies dioptrisch erzeugten Metamorphopsien. Ist eine Brille nicht gut geschliffen, so daß sie prismatisch bricht, so erscheinen anfangs die Bilder verzerrt; mit der Übung schwindet die Verzerrung. Es ist aber auch der Fall vorgekommen, daß, wenn die Brille abgelegt wurde, die Verzerrung nach der entgegengesetzten Seite eintrat, bis nach einiger Einübung auch diese Verzerrungen verschwanden.

Die Einwände, welche F. Hillebrand gegen die Wundt'schen Experimente und seine Theorie erhoben, werden größtenteils als unzutreffend erklärt; indes kann er sich auch nicht in allem den Anschauungen Arrers's, der experimentell die Hillebrand'schen Bedenken geprüft und vielfach widerlegte, anschließen. Wundt's Anschauungen von den Augenmuskelempfindungen als komplexe Lokalzeichen wird durch Goldscheider's Versuche bestätigt, nach welchen die bei den Gelenkbewegungen zu beobachtenden Empfindungen hauptsächlich in den Gelenken selbst ihren Sitz haben; es werden aber wohl auch die Muskeln, die Haut und die mit sensibelen Nerven versehenen Gewebe der Nachbarschaft daran teilnehmen. Bei kleinen Drehungen der Gelenke lassen sich aber die Empfindungen nicht isoliert darstellen; sie verschmelzen mit

Digitized by Google

der Vorstellung der Drehung. So kann es auch nicht befremden, daß kleine Augenbewegungen nicht wahrgenommen werden; größere sind mit unangenehmen Spannungen verbunden.

Der Gegensatz von Nativismus und Empirismus, der zur Zeit, wo Helmholtz diese Ausdrücke zur Charakterisierung der Anschauungen über den Ursprung der räumlichen Wahrnehmungen einführte, ganz zutreffend den Stand der Forschung ausdrückte, besteht gegenwärtig nicht mehr in demselben Sinne. Der Nativismus von J. Müller und der Empirismus von Helmholtz ist jetzt stark modifiziert, der Gegensatz ist stark abgeschwächt worden. An die Stelle der identischen „Netzhautpunkte" der beiden Augen sind bei Hering und Mach die „Deckpunkte" getreten; indes beruht die Zuordnung der beiden Netzhäute, wie bei Müller, auf anatomischer Einrichtung. Wegen der bekannten optischen Täuschung, daß die Vertikale eine Abweichung zeigt, erklärt der Nativismus nun, daß je zwei einander zugeordnete Querschnitte einer Netzhaut in eine und dieselbe Ebene fallen, je zwei einander zugeordnete Längsschnitte aber in ihren oberen Hälften nach außen gerichtet sind. Die Fläche, auf der die von korrespondierenden Punkten der Längsschnitte ausgegangenen Richtungslinien sich schneiden, bildet so die Kernfläche des Sehraumes, welche die natürliche und ursprüngliche Ordnung unserer Raumempfindung enthält. Was vor ihr liegt, wird näher als die Kernfläche, was hinter ihr liegt, wird ferner als sie empfunden. So ist also auch die Tiefenwahrnehmung Inhalt unmittelbarer Empfindung, ebenso die gemeinsame Sehrichtung der Netzhautzentren, durch die der Fixierpunkt als der Kernpunkt des Sehraumes bestimmt wird. Aber diese ursprünglichen anatomischen Verhältnisse werden durch zwei psychologische Momente mannigfach verändert: Das ist die „Erfahrung" und die „Aufmerksamkeit" oder der „Wille". Namentlich ist es letzterer, welcher die Lage des Fixierpunktes und damit des ganzen Sehraumes zum Sehenden fixiert. Nach Mach ist „der Wille Blickbewegungen auszuführen oder die Innervation die Raumempfindung selbst". Noch mehr nähert sich die Theorie dem Empirismus, wenn sie die anatomischen und physiologischen Verhältnisse durch Übung und Anpassung in vorausgehenden Generationen des Tierreichs entstehen läßt.

Wundt findet drei Fehler in diesem neuen Nativismus: 1° Die „Deckpunkte" desselben im Gegensatze zu den identischen Punkten Müller's weisen auf funktionelle, nicht rein anatomische Verhältnisse hin. 2° Er repristiniert ein Willensvermögen. 3° Er schränkt das nativistische Prinzip auf die sensoriellen Funktionen des Auges ein, während es doch bei den motorischen gleichberechtigt ist.

Digitized by Google

An der empiristischen Theorie hat Wundt auszusetzen, daß vor allem ihr oberster methodologischer Satz: Es kann nicht angeboren sein, was im Laufe der Zeit abgelegt oder ins Gegenteil umgewandelt werden kann, durchaus keine Denknotwendigkeit enthält. Die Nativisten lassen tatsächlich angeborene Momente in der Sinneswahrnehmung durch Übung sich modifizieren. Die Erfahrung muß uns die Kenntnis des Verhältnisses der Außendinge zu ihren Netzhautbildern und zu der Lage unseres Körpers und Kopfes vermitteln, wenn sie die Räumlichkeit der Wahrnehmung erläutern soll. Dazu ist erforderlich, 1° daß wir Kenntnis von der Lage und Stellung unseres Körpers bekommen, 2° daß wir die Stellung unserer Augen im Kopfe kennen lernen, 3° daß die Reizung einer Netzhautstelle von der jeder anderen unterschieden wird. Die erstere Kenntnis liefert der Tastsinn, die zweite die „Innervationsgefühle", die dritte die „Lokalzeichen". Aber wenn der Tastsinn die Räumlichkeit liefern soll, dann muß sie ihm angeboren sein, oder ist sie auch von ihm erworben, dann kehrt die Frage über die Entstehung der Raumvorstellung wieder. Innervationsgefühle und Lokalzeichen können keine räumliche Wahrnehmung vermitteln, wenn dieselbe nicht bereits in ihnen gegeben, also angeboren ist. Die empirische Theorie ist eine Ausdehnung des englischen Empirismus auf die elementare Sinnesempfindung, wo er sich als absurd und unlogisch erweist.

Die empiristische Theorie läßt nach dem a priori gegebenen also angeborenen Kausalgesetze und der Erfahrung die Räumlichkeit erschließen.

Aber wenn das Kausalgesetz angeboren ist, warum nicht auch Raum und Zeit? Es gibt hier zwischen „angeboren" und „durch Erfahrung erworben" ein Drittes: „durch Verschmelzung, Assimilation und Assoziation Gewordenes". Das ist die genetische Theorie Wundt's. Dieselbe nimmt nicht einfache, sondern komplexe Lokalzeichen an. Nämlich nicht bloß die Muskelempfindungen der Augen oder Impulse zu denselben und auch nicht die qualitativ gearteten Netzhautempfindungen, sondern beide zusammen müssen als Lokalzeichen gelten: das Auge ist nicht bloß ein sensorischer, sondern auch ein motorischer Apparat.

„Indem die Theorie der komplexen Lokalzeichen einerseits qualitative Unterschiede der Netzhautempfindungen, die vom Orte des Eindruckes abhängen, und anderseits intensive Gradabstufungen der die Bewegungen und Stellungen des Auges begleitenden Spannungsempfindungen voraussetzt, die beide infolge der Reflexbeziehungen zum Netzhautzentrum in gesetzmäßigen Verbindungen mit einander stehen, kann sie ohne Schwierigkeit über die Tatsache Rechenschaft geben, daß die ursprünglich mittelst des bewegten Auges erworbenen Vorstellungen

Digitized by Google

auch für das ruhende bestehen bleiben, und daß, wie zahlreiche Erfahrungen lehren, die Wirkungen des Bewegungsmechanismus auch noch bei stark fixierendem Blick zu erkennen sind. Denn auch hier ordnen sich die Verbindungen der Netzhautlokalzeichen und der Spannungsempfindungen unter die bekannten Fälle psychologischer Assoziation. Der Reflexverbindung zwischen Netzhautreizung und Augenbewegung bedarf man aber in nicht weiterem Umfange, als sie wirklich in der Beobachtung nachweisbar ist, da sich die auf diesem Reflexmechanismus beruhende Beziehung zum Netzhautzentrum, nachdem sie erst einmal durch einzelne Reflexwirkungen entstanden ist, durch Assoziation befestigen und so vor allen anderen möglichen Beziehungen zwischen den Gliedern beider Lokalzeichensysteme den Vorrang gewinnen mußte."

Auf das Gleichnis, daß man aus lauter Nullen keine reellen Größen gewinnen kann, daß aus unendlich vielen unräumlichen Bewegungen und Sinnesempfindungen keine räumliche Wahrnehmung entstehen könne, antwortet er „mit einem anderen Gleichnis": $\frac{0}{0}$ und 0^0 haben allerdings einen reellen Wert.

„Übrigens handelt es sich auch gar nicht darum, den Raum aus dem Nichts hervorgehen zu lassen, sondern einzig und allein darum, ob in dem Zusammenwirken von inneren Tastempfindungen des Auges und Lokalzeichen der Netzhaut Motive einer extensiven Ordnung enthalten sind, die in jedem dieser Elemente für sich noch nicht vorkommen. Die Grundvoraussetzung ist also hier keine andere, als bei den Theorien, die sich des Begriffes der einfachen Lokalzeichen bedienen. In beiden Fällen sucht man nach Motiven für die extensive Ordnung der Empfindungen." „Die extensive Vorstellung haben wir uns hierbei zunächst aus einer großen Zahl punktueller Empfindungen zusammengesetzt gedacht, deren jede durch ihren Lokolzeichenkomplex von der anderen unterschieden wird". Nicht durch einfache Addition, sondern durch Multiplikation. „Eine stetige liniierte Strecke von gleichförmiger Richtung läßt sich nach einer von H. Graßmann eingeführten Anschauung als das Produkt ihrer Endpunkte auffassen."

Dies alles gilt zunächst für das monokulare Sehen. Das Zusammenwirken beider Augen mit ihren Lokalzeichen und Augenbewegungsempfindungen ermöglicht die Tiefenwahrnehmung und die absolute Orientierung im Raume. „Der Ort des Sehenden.... ist der letzte und eigentliche Orientierungspunkt für alle räumlichen Vorstellungen, mögen sie nun durch den Gesichts- oder Tastsinn, oder

Digitized by Google

durch beide zusammen entstehen. Ist es der Gesichtssinn allein, der die Wahrnehmung vermittelt, so bildet, so lange die „normale binokulare Synergie besteht, wie Hering nachgewiesen hat, der Mittelpunkt der die Drehpunkte beider Augen verbindenden Grundlinie den Orientierungspunkt".

R. Müller[1]) schließt sich an die Wundt'sche Theorie der komplexen Lokalzeichen an, deren Weiterbildung schon Kirschmann im 9. Band der Philos. Stud. versuchte. „Das Ergebnis dieser Untersuchung ist, daß eine monokulare (Tiefen-) Raumwahrnehmung vorhanden ist. Die Motive .... dürften aber ursprünglich dem binokularen Sehakte angehören."

Der Aufsatz von A. Kirschman,[2]) „Zum Problem der Grundlagen der Tiefenwahrnehmung" richtet sich gegen R. Müller, der die Theorie „nach welcher die Parallaxe des indirekten Sehens eine wesentliche Rolle bei der monokularen Tiefenwahrnehmung spielt" angegriffen.

„Ich glaube nachgewiesen zu haben, daß auch für das monokulare Sehen parallaktische Beziehungen bestehen, die ihre Basis in der Distanz zwischen den Zentren der Visierrichtung und der Blickrichtung haben. Ich habe ferner gezeigt, daß dieser Unterschied zwischen Gesichts- und Blickwinkel nicht ... außerordentlich klein sei ..., sondern daß derselbe, besonders für die nächste Umgebung, einen ganz beträchtlichen Spielraum habe." Dies hält Vers. aufrecht.

Für die Wundt'sche Auffassung tritt energisch M. Arrer[3]) ein und bestätigt sie durch Experimente.

„Die bisherigen Ausführungen über das binokulare und monokulare Tiefenschätzen ... ergeben als Resultat: 1. daß das sinnliche Moment der absoluten und relativen Tiefenlokalisation die Konvergenz- und Akkommodationsempfindungen sind, und 2. daß die Tiefenschätzung weder dadurch geschieht, daß wir den Grad der Konvergenzanstrengung unmittelbar wahrnehmen, noch dadurch, daß die Konvergenzempfindungen mit dem zu lokalisierenden Objekte erfahrungsmäßig verbunden werden, sondern daß sie in den Raumvorstellungen diejenigen Elemente sind, welche die Beziehung nach der Tiefe für unser Bewußtsein bedingen und zum Ausdruck bringen." „Wir sehen, daß in den mitgeteilten Experimenten nicht nur ein Motiv vorhanden war,

1) Über Raumwahrnehmung beim monokularen indirekten Sehen. Philos. Stud. S. 402.

2) Philos. Stud. 17. Bd. 1901. S. 114.

3) Über die Bedeutung der Konvergenz- und Akkommodationsbewegungen für die Tiefenwahrnehmung. A. a. O. 1896. S. 222.

Digitized by Google

das zur Tiefenschätzung verhalf, sondern deren mehrere. Unter ihnen befanden sich natürlich auch die Konvergenz- und Akkommodationsbewegungen."

Welches ist nun der Anteil der letzteren? Neben ihnen treten als Motive auf: die besondere Form des beschränkten Gesichtsraumes, seine Begrenzung und die in ihm enthaltenen unterscheidbaren Raumverhältnisse. Sodann die Besonderheit des Distanzobjektes (und sein Bild natürlich), die verschiedene Helligkeit. Diese letzteren Motive waren in allen Versuchen wechselnd, die Konvergenz- und Akkommodationsbewegungen allein immer vorhanden. Nun treten „uns aber bei den Versuchen in den Unterschiedsstrecken, wenn auch nicht überall ihrem absoluten Werte, so doch dem allgemeinen Charakter nach, überall gleiche Verhältnisse entgegen". Sie müssen also von den genannten Bewegungen herrühren.

Sie sind auch ihrer Natur nach weniger für qualitative Verhältnisse geeignet als für quantitative, da sie qualitativ gleich durch quantitative Abstufung sich unterscheiden. „Eben darum eignen sie sich zu einem Maße der Vergleichung gleichartiger Inhalte. Das ist die Bedeutung und gewiß keine geringe, die den Konvergenz- und Akkommodationsempfindungen in allen den mitgeteilten Versuchen zukam: sie waren das Maß, nach dem die Tiefenvorstellungen verglichen werden konnten und auch verglichen wurden."

Auch R. Simon[1]) stellt sich auf Seite Wundt's gegen Hering.

Während Wundt und schon Helmholtz die Koordination der Augenbewegungen behufs binokularen Sehens empiristisch erklärt, läßt sie Hering nativistisch auf anatomischer Muskeleinrichtung beruhen. Darnach muß jedes Auge immer dieselbe Innervation erhalten; dies ist nun freilich durch die dafür bisher beigebrachten Experimente nicht erwiesen, aber in Anbetracht der sechs Paar Augenmuskeln doch möglich. Durch deren Zusammenwirken kann durch den Willen auch eine entgegengesetzte Bewegung der zwei Augen herbeigeführt werden. Aus den Erscheinungen bei angeborenen Lähmungen eines m. abducens und bei Insuffizienzen der Heber und Senker glaubt Verf. mit hoher Wahrscheinlichkeit schließen zu können, daß nicht immer eine gleichmäßige Innervation beider Augen stattfindet, oder doch daß die für jede Stellung erforderliche Innervation erlernt ist.

Nur teilweise stimmt mit Wundt E. Du Bois-Reymond

1) Zur Lehre von der Entstehung der koordinierten Augenbewegungen, Zeitschr. f. Psychol. u. Phys. 1896. 12. Bd. S. 102.

Digitized by Google

überein, der seine Ansicht hauptsächlich auf stereoskopische Untersuchungen stützt[1]).

Brücke ist der Ansicht, daß beim Sehen körperlicher Dinge und stereoskopischer Bilder kleine Schwankungen der Blickrichtung und Konvergenz unbewußt, gleichsam automatisch stattfinden. Dadurch werden nach und nach alle Punkte der ungleichen Bilder je einmal zur Deckung gebracht, und aus der Größe dieser Bewegungen wird die Tiefenanschauung gewonnen. Von selbst verfolgten die beiden Netzhautmittelpunkte, wie zwei tastende Fingerspitzen, die sichtbaren Umrisse und Linien des Körpers, Konvergenz und Akkommodation paßten sich fortwährend dem Bedürfnis an, einfach ohne Doppelbilder und scharf zu sehen.

Durch stereoskopische Beobachtungen geleitet erklärt nun der Verfasser das räumliche Sehen im empiristischen Sinne endgiltig so: „Es entspringt also die zwingende Erkenntnis oder Täuschung des räumlichen Sehens aus nur zwei gleichartigen Bedingungen. Entweder durchläuft ein Auge nacheinander mehrere Orte, oder zwei Augen nehmen zugleich zwei verschiedene Orte ein. Allen übrigen Hilfsmitteln kommt nur eine geringere, die Raumanschauung etwas steigernde Nebenwirkung zu."

Daß in der Tat die Tiefenwahrnehmung hauptsächlich durch die teilweise Verschiedenheit der von zwei Augen erhaltenen Bildern von einem körperlichen Objekte bedingt wird, zeigten die stereoskopischen Lupen und Brillen.

E. Berger berichtet darüber: Zur Beurteilung des Reliefs dienen: „Die Überkreuzung der Kontouren, die Schlagschatten, das Gefühl der notwendigen Akkommodationsanstrengung, die parallaktische Verschiebung der untersuchten Gegenstände bei Bewegung derselben, welche insbesondere beim Sehen Einäugiger von großer Bedeutung ist. Keiner dieser Behelfe gestattet jedoch eine so feine Wahrnehmung eines Gegenstandes in seinen drei Dimensionen, wie die Verschiedenheit der beiden Netzhautbilder." Nach diesem Prinzip sind die stereoskopischen Instrumente konstruiert. „Die Beurteilung des Reliefs und der Verschiedenheit der beiden Netzhautbilder desselben Gegenstandes ist eine Funktion der höheren kortikalen Zentren[2])."

Sehr entschieden bestreitet dagegen Th. Lipps[3]) die Lehre

1) Über Brücke's Theorie des körperlichen Sehens. Zeitschr. f. Psychol. und Physiol. der Sinnesorgane. 1891/92. S. 427.

2) Über stereoskopische Lupen und Brillen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1901. 25. Bd. S. 50 ff.

3) Die Raumanschauung und die Augenbewegungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 2. Bd. S. 123.

Digitized by Google

Wundt's von dem Einfluß der Augenbewegungen auf das räumliche Sehen.

Nach Wundt geschieht die Ausmessung des Sehfeldes, d. h. die Orientierung über Entfernung und Größe der gesehenen Objekte durch Augenbewegungen. Daher manche optische Täuschungen: wir überschätzen vertikale Distanzen, weil nach oben die Augenbewegungen schwieriger sind. Dagegen polemisiert Lipps; er fand, daß durch Übung seine Augenbewegungen nach oben die leichtesten von allen wurden und die Überschätzung dauerte doch fort.

Nach ihm sind vielfach ästhetische Motive bei solchen Täuschungen im Spiele. Nach seiner Sehfeldtheorie ist „die relative Größe wahrgenommener Abstände innerhalb des Sehfeldes durch die relative Lage der den Eindrücken zugehörigen Netzhautpunkte unmittelbar bestimmt, und zwar ist es die Erfahrung, die jene wahrgenommene Ordnung der Eindrücke und diese tatsächliche Ordnung der Netzhautpunkte unmittelbar bietet!" Das Sehfeld hat auch ursprünglich keine Tiefe und keine bestimmte Form. Es ist nicht wahr, was manche behaupten, wir nähmen die Tiefe wahr, es ist vielmehr ein Tiefenurteil mit der Wahrnehmung so enge verbunden, wie das Urteil über Freude bei Wahrnehmung von Lachen. Dieses Urteil bildet sich empirisch durch die Konvergenzstellungen der Augen für verschiedene Entfernungen; bei ungleicher Konvergenz erachten wir die Entfernung der Objekte ungleich, damit ist die Tiefe gegeben; bei gleicher, für gleich, und darum versetzen wir das Entferntere insgesammt auf eine Kugel. Es ist eitel Fiktion, wenn Wundt das Sehfeld ursprünglich für kugelig hält, wegen der größten Kreise, die der Fixationspunkt beschreibe. Der Fixationspunkt ist eine bloße Abstraktion, die keine Kreise beschreiben kann.

Auch für die Tiefen- und Größenschätzung leisten die Augenbewegungen nicht ihren Dienst. Eine horizontale Fläche, etwa eine Straße, erscheint uns in der Entfernung gehoben, nach Wundt, weil wir den Blick heben müssen, um die entferntere Straße zu durchmustern. In Wirklichkeit kommt es von einer Unterschätzung der entfernteren Distanzen, weil sie unter einem kleineren Gesichtswinkel erscheinen. Nicht wegen der Hebung des Blickes unterschätzen wir vertikale Distanzen, z. B. die Höhe eines Quadrates, sondern weil wir uns gewöhnt haben, die Unterschätzung entfernterer Distanzen zu korrigieren. Die höheren Punkte des Quadrates liegen nämlich regelmäßig weiter vom Auge und werden darum zu klein gesehen.

Gegen Lipps richtet sich der Aufsatz von C. S. Cornelius[1]).

1) Zur Theorie des räumlichen Sehens. Zeitschr. für Psychol. u. Phys. 2. Bd. 1891. S. 164.

Digitized by Google

Im 1. Bande der Zeitschr. f. Psych. u. Phys. hatte Lipps eine falsche Nachbildlokalisation besprochen und als Urteilstäuschung bezeichnet. Wenn man den Blick rasch von einem leuchtenden Punkte wegwendet, gewahrt man auf der entgegengesetzten Seite einen Lichtstreifen, der nur als Nachbild erklärt werden kann. Cornelius fand die Beobachtungen von Lipps bestätigt und dazu, „daß man in dem Falle, wo der Blick sich rasch einem leuchtenden, im Bereiche des indirekten Sehens befindlichen Gegenstande zuwendet, einen Lichtstreifen im Sinne dieser Bewegung wahrnimmt. So sehe ich, wenn die Blickbewegung nach dem Gegenstande hin sich von rechts nach links vollzieht, auf der linken Seite desselben einen Lichtstreifen hervortreten." Cornelius hält es für fraglich, ob hier eine Urteilstäuschung vorliegt, jedenfalls ist er überzeugt, daß daraus nichts gegen seine Herbart'sche Auffassung von der unräumlichen Beschaffenheit der Empfindungen folge. Lipps macht die Voraussetzung, „daß Bewegungsempfindungen des Auges mit der Einordnung der Gesichtseindrücke in das Sehfeld, also mit der Wahrnehmung der wechselseitigen Lage und Entfernung der gleichzeitig gesehenen Objekte nichts zu tun haben." Nach Cornelius „bietet die besagte Erscheinung durchaus nichts dar, was als triftiger Einwand gegen die Ansicht dienen könnte, nach welcher (wegen der rein intensiven Beschaffenheit der Empfindung) die Entstehung des Sehfeldes auf einer Assoziation von Licht- und Bewegungsempfindungen des Auges beruht."

R. Greef hat experimentell den Ausschluß der Augenbewegungen beim räumlichen Sehen nachgewiesen.[2])

Der Hering'sche Apparat hat folgende Einrichtung: Durch einen weiten Zylinder aus Pappe von wenigen Zoll Länge blickt man mit beiden Augen auf einen vorgehaltenen Punkt, während ein Gehülfe kleine Kügelchen dicht vor oder hinter dem fixierten Punkte herunterfallen läßt. Man täuscht sich nun nicht darüber, ob die Kügelchen diesseits oder jenseits des fixierten Punktes herabfallen, man kann sogar annähernd den Abstand vom Fixationspunkt angeben. Bei Verschluß eines Auges vermag man das nicht. Der Apparat ist also so beschaffen, daß er die Muskelbewegungen der Augen ausschließt, und liefert so den Beweis, daß die perspektivischen Netzhautbilder zur Beurteilung der Tiefendimension den Hauptanhaltspunkt bilden, nicht die Muskelempfindungen, wie Brücke meint. Der Verfasser hat die Exaktheit des Versuchs gegen die Einwände Donder's festgestellt.

---

2) Untersuchungen über binokulares Sehen mit Anwendnng des Heringschen Fallversuchs. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 3. Bd. S. 21.

Digitized by Google

F. Hillebrand[1]) beweist, daß die Raumwerte der Netzhaut im Sinne Herings nativistisch zu erklären sind. Die Frage ist: „Sind für die Fälle des binokularen Einfachsehens die Raumwerte schon auf der Doppelnetzhaut stabilisiert oder nicht?" Der Verfasser fand unter anderem:

„Die Tiefenlokalisation des binokular fixierten Punktes und damit die Kernfläche (mit dem Tiefenwert 0) ist durch den Reiz (bezw. durch das Netzhautbild) nicht bestimmt, sondern von der Konvergenz und von einer Reihe variabeler empirischer Momente abhängig. 2. Die Lokalisation aller anderen binokular einfach gesehenen Punkte inbezug auf die Kernfläche hängt von der Disparation des Netzhautbildes ab und ist mithin bereits ein Moment der primitiven Empfindung. Erfahrungsmomente bringen nicht erst die Tiefenbestimmtheit hinzu, wohl aber können sie den bereits in der primitiven Empfindung gelegenen Tiefenwert modifizieren."

M. Straub fand durch stroboskopische Versuche mit monokularem Sehen, „daß es keinen prinzipiellen Unterschied zwischen dem monokularen und binokularen Tiefsehen" gibt. „In beiden Fällen wird die Parallaxe zur Erzeugung der Tiefenvorstellung benutzt. In beiden Fällen werden (simultane oder sukzessive) Doppelbilder in Tiefenunterschiede übersetzt, in beiden Fällen ist die Tiefenvorstellung ein Schluß."[2])

Nach E. Storch[3]) wäre das räumliche Sehen auch mit zwei Augen eine optische Täuschung. Wahr an dieser Theorie ist jedenfalls, daß die eigentliche Deutung des Gesehenen zum sinnlichen Eindruck hinzukommen muß.

Mit einem Auge kann man keine Tiefenwahrnehmung haben. Am Dreistäbchenapparat kann man mit einem Auge nicht erkennen ob das mittlere vor oder hinter der Ebene der beiden äußeren liegt; sobald man das andere Auge öffnet, sieht man sofort seine wahre Lage. Und doch sieht man mit einem Auge eine Ecke des Zimmers, einen körperlichen Winkel. Darum muß die Erfahrung, welche wir durch den Tastsinn und das zweiäugige Sehen erworben, die Deutung der Sehform ergeben; denn diese stimmt nicht immer mit der wirklichen Raumform. Ein operierter Einäugiger sah (ohne Bewegung des Kopfes) eine Schachtel größer oder kleiner, je nachdem sie ihm genähert oder entfernt wurde, sah sie als schmalen Streifen,

1) Die Stabilität der Raumwerte auf der Netzhaut. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 5. Bd. S. 1.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1904. 36. Bd. S. 432.

3) Über das räumliche Sehen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. der Sinnesorgane. 1902. S. 22 ff.

Digitized by Google

wenn sie ihm mit der schmalen Kante gezeigt wurde. Wie wir die unbestimmte Sehform deuten, zeigt die Tatsache, daß wir die in einiger Entfernung befindlichen Gegenstände, z. B. die Stühle im Zimmer, für gerade so groß schätzen als den, auf welchem wir sitzen, und doch ist die Sehform der ersteren viel kleiner, als die des nahen Stuhles.

„Auch der zweiäugige Sehakt an sich genügt nicht zur Erkennung der wirklichen Form, Größe und Entfernung der Objekte . . . Er hat vor dem einäugigen Sehakt nur das voraus, daß er uns innerhalb gewisser Entfernungen über das relative Vorne und Hinten der Teile eines Objektes sinnlich belehrt." „Eine Sehform, die wir infolge unserer Erfahrung stets oder meistens als Symbol einer ganz bestimmten wirklichen Form auffassen, wird diese wirkliche Form auch ins Bewußtsein heben, selbst wenn die begleitenden Umstände eine andere räumliche Auslegung verlangen. Widerspricht diese Bewertung der Sehform der Wirklichkeit, so haben wir eine optische Täuschung vor uns. Streng genommen beruht die Wirkung aller Flächenkunst auf optischer Täuschung.

„Je genauer die Sehform einer Zeichnung, eines Gemäldes, mit der Sehform des dargestellten Vorwurfs übereinstimmt, desto größer ist der Zwang, räumliche Vorstellungen für die wirkliche Form des Bildes, welches mit seiner Sehform gleichbedeutend ist, zu verbinden. Diese Täuschung kann man, wie leicht verständlich, noch verstärken, wenn man ein Auge schließt." „Unbefangene Menschen haben davon keine Ahnung, daß sie von jedem gesehenen Körper zwei Sehformen haben, der beste Beweis, daß diese selbst normalen keine Bewußtseinsgrößen darstellen. In dem Augenblicke erst, in welchem ich durch einen besonderen Akt der Aufmerksamkeit, durch eine willkürliche Einschränkung meines Bewußtseins auf einen einzigen Punkt oder eine Linie des gesehenen Gegenstandes, die Kombination der zwei Sehbegriffe unmöglich mache, nehme ich die doppelte Sehform wahr."

Eine sehr einfache aber darum wenig annehmbare Erklärung des Einfachsehens gibt im Sinne Darwins in der Zeitschrift für Psychologie und Physiologie S. Reichard, „das Einfachsehen und seine Analogie":

Das Einfachsehen mit den sogen. identischen Netzhautpunkten hat seine Analogien auf allen anderen Sinnesgebieten. Wir vernehmen nur einen Schall, obwohl beide Ohren gereizt sind, haben nur einen Geruch, trotz der doppelten Riechschleimhäute, welche von den beiden Nasenmuscheln aus gereizt werden. Auch die Empfindlichkeit der Haut, also der Tastsinn liefert eine Analogie. Wenn zwei Berührungen nur eine Tastempfindung auslösen, so kommt dies nicht

Digitized by Google

daher, daß nur eine Nervenendung vorhanden ist, sondern zwei Reizungen bringen nur eine Empfindung hervor. Nimmt man nun an, daß sich die Netzhautnerven aus den Hautnerven entwickeln, so beruht das Einfachsehen mit zwei Augen schließlich auf derselben anatomischen Einrichtung, kraft welcher zwei Haut-Tastennerven nur eine Tastempfindung haben. Daß die beiden Augen soweit auseinanderliegen, macht keinen wesentlichen Unterschied, und daß die identischen Netzhautpunkte symmetrisch liegen, erklärt sich daraus, daß die Haut sich gerade in der Mitte zweier Nervenendungen einstülpte. Die primitive Netzhaut stellte darnach einen Empfindungskreis mit zwei Nervenendungen dar mit einer Einstülpung der Haut gerade in der Mitte zwischen zwei Nerven.

Daß die Raumformen nur durch Augenbewegungen aufgefaßt werden, ist durch die genannten Experimente nicht widerlegt. R. Seyfert[1]) fand:

1. Das Ausschlaggebende für die Exaktheit der Auffassung einfachster Formen (z. B. eines Dreiecks) ist die unmittelbare oder reproduzierte Augenbewegungsempfindung. 2. Die genaueste Auffassung der Formen erfolgt so, daß das Auge die Figur im Ganzen vor sich sieht und sich auf den Umrißlinien hinbewegt. 3. Dieser Perzeptionsart am nächsten kommt diejenige, bei der die bloße Augenbewegung ohne visuelles Gesamtbild vorhanden ist. 4. Die Auffassung durch starres Fixieren ist sehr schwierig.

Die Bedeutung der Augenmuskelbewegungen beim Sehen zeigen auch Beobachtungen von Reddingius[2]) über „Die Fixation."

„Außer dem Richten der Fovea auf schon peripher wahrgenommene Gegenstände ist noch das auf diese Gegenstände Gerichtet-Halten der Fovea eine Funktion unserer Augenmuskeln. Erstere Funktion kann man Einstellung, die zweite Fixation nennen. Beim Sehen ist nur willkürlich das Lenken der Aufmerksamkeit; im übrigen kommen alle unsere Augenbewegungen als Reflexe zustande. Für jede Augenbewegung müssen daher ursächliche sensorische Eindrücke zu finden sein. Der für die Einstellung notwendige sensorische Eindruck ist ohne weiteres klar: es ist die Tatsache, daß ein Bildpunkt, worauf die Aufmerksamkeit sich richtet, auf der Retina nicht zentral, sondern irgendwie peripher gelegen ist. Die Reizung jedes sensiblen Retinateilchens besitzt ein motorisches Äquivalent, das von der Lage dieses Teilchens bestimmt wird. . . ." Dagegen können nur durch Verlust

1) Über die Auffassung einfachster Raumformen. Philosophische Studien. Von W. Wundt. 1902. S. 189 ff.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1899. 21. Bd. S. 417.

Digitized by Google

der richtigen Einstellung sensorische Eindrücke für die Fixation entstehen. Wirkliche Fixation besteht nicht; nur der jedesmalige Verlust, der für das zentrale Sehen zu erstrebenden Lage, der von immer neuen Vorstellungen gefolgt ist, kann solche bewirken.

Für die empiristische Auffassung des Sehens spricht die Tatsache, daß es wieder verlernt werden kann.

Die Beobachtungen hierüber von W. Uhthoff[1]) bestätigen durchgängig die empiristische Sehtheorie. Gegenstände, welche der operierte Knabe durch das Gefühl sehr gut kannte, erkannte er anfangs nicht durch das Gesicht, nicht einmal die Gestalt gab er erst richtig an, manchmal eckig statt rund. Große Schwierigkeit machte ihm die Deutung seines Bildes im Spiegel, welches er erst nach langen Prüfungen richtig deutete. Bilder von Menschen und Tieren, wenn sie verkleinert waren, konnte er nicht deuten. Exzentrische Netzhauteindrücke dienen ihm gar nicht zur Orientierung; selbst hin- und herbewegte Gegenstände, wenn sie nicht gerade in der Blicklinie liegen, bemerkt er anfangs nicht; auch Gegenstände, welche nicht bis in die Höhe des Auges reichen, sieht er nicht. An einem hingehaltenen Objekte, das er mit dem Finger zeigen sollte, zeigte er meist vorbei; so waren auch die Assoziations-Bewegungen noch nicht gelernt.

In einem Falle von vorübergehender Amaurose nach Blepharospasmus bei einem $3^1/_2$jährigen Mädchen lernte Patientin erst nach Wochen wieder das Sehen; in der Zwischenzeit machte es dieselben langsamen Fortschritte wie ein Blindgeborener, z. B. exzentrische Netzhauteindrücke lösten erst spät Augen- und Griffbewegungen aus, obwohl die Lichtreaktion der Pupille von exzentrischen Netzhautpartien prompt eintrat. Das wirkliche Erkennen von Objekten, welche den Kindern früher schon durch das Gefühl bekannt sein mußten, erfolgte erst in der allerletzten Zeit.

Ebenso wie inbezug auf das räumliche Sehen stehen sich Nativismus und Empirismus in bezug auf das Aufrechtsehen trotz umgekehrter Netzhautbilder einander gegenüber.

Das Aufrechtsehen trotz verkehrter Netzhautbilder hat G. M. Stratton[2]) einer sinnreichen experimentellen Untersuchung unterworfen, welche zeigte, daß jedenfalls zum Aufrechtsehen kein verkehrtes Netzhautbild notwendig ist. Das Experiment bestand darin, daß Stratton mehrere Tage, das erste Mal vier, das zweite Mal acht

1) Weitere Beiträge zum Sehenlernen Blindgeborener gelegentlich vorkommenden Verlernen des Sehens bei jüngeren Kindern, nebst psychologischen Bemerkungen bei totaler kongenitaler Amaurose. Zeitschr. für Psych. u. Phys. S. 197.

2) Psychol. Riview. 1896. III, 6.; 1897. IV, 2, 4. 5.

Digitized by Google

Tage, das linke Auge verdeckte und das rechte mit einem optischen Apparate bewaffnete, welcher die Bilder aufrecht auf die Netzhaut fallen ließ. Nur zur Zeit des Schlafes wurden die Augen frei gemacht. Zunächst hatte nun Stratton ein geradezu auf den Kopf gestelltes optisches Bild von der Außenwelt. Das Bild erschien nicht etwa als etwas Reales, sondern als ein Phantasma. Alles Gesehene mußte erst umgedeutet werden, um erkannt bezw. mit dem Tastsinn in Einklang gebracht zu werden. Vieles konnte auch so nicht erkannt werden. Eine Vorstellung des Gesichtsfeldes über seine wirklichen Grenzen hinaus, wie dies beim normalen Sehen geschieht, war unmöglich. Die Orientierung bei Bewegungen war äußerst schwierig. Um einen Gegenstand zu ergreifen, wird meist die entgegengesetzte Bewegung gemacht, und nur mit Mühe gelingt die Korrektur. Bei geringeren Bewegungen des Kopfes schien das ganze Gesichtsfeld sich zu bewegen. Die sichtbaren Teile des Körpers wurden doppelt lokalisiert, einmal richtig auf Grund der Lage und Bewegungsempfindungen, sodann verkehrt nach dem Gesichte. Dasselbe fand statt bei Gegenständen, welche zugleich durch das Gehör und das Gesicht wahrgenommen wurden. In der ersten Zeit stellte sich auch Übeligkeit ein. Aber sehr schnell ändert sich dieser Eindruck. Das Gesichtsfeld wird immer realer, nach und nach findet sich der Experimentator in der neuen Ordnung zurecht. Die Erinnerungsbilder aus der normalen Sehzeit treten immer mehr zurück, sie brauchen nicht mehr die neuen Eindrücke zu verbessern. Endlich wird das neue Gesichtsfeld auch nach außen entsprechend ergänzt, auch ungesehene Gegenstände werden richtig lokalisiert, solche, die in das Gesichtsfeld einzutreten im Begriffe sind, werden richtig antizipiert. Leichter werden die Bewegungen mit den Gesichtseindrücken in Einklang gebracht, bei häufiger Wiederholung sogar mechanisch. Nur Fehler in der Intensität der Bewegung treten noch auf. Hals und Kopf, welche niemals Gegenstand direkter Gesichtswahrnehmung sein können, fügten sich am schwierigsten in das neue Weltbild. Am leichtesten war die Orientierung, wenn Stratton in einer ihn ganz absorbierenden Tätigkeit sich befand: im Zustande der Reflexion stritten immer alte und neue Welt mit einander: an dem letzten Tage indes erschien alles real und aufrecht.

Stratton gibt nun folgende Erklärung von diesen Tatsachen. Aufrechtsehen heißt nicht anders, als die Gesichtseindrücke stehen mit den Tasteindrücken im Einklang. Dieser Einklang wird hergestellt durch Zuordnung der optischen Lokalzeichen zu den taktilen. Dies geschieht durch Erfahrung und Gewöhnung. Durch eine neue Erfahrung kann diese festgewordene Harmonie wieder aufgehoben und die ent-

Digitized by Google

gegengesetzte hergestellt werden. Dies spricht, wie es scheint, sehr entschieden für die empiristische Raumanschauung. Indes glaubt W. Stern sie auch mit dem Nativismus vereinbar. „Empirisch ist ja lediglich, wie obiger Versuch beweist, die Zuordnung der Raumesdaten verschiedener Sinne; damit ist natürlich nichts über die Ursprünglichkeit der Raumanschauung innerhalb jedes einzelnen Sinnes präjudiziert.“ [1])

Mit Stratton's Theorie nahe verwandt ist die von Goblot.[2]) der die beiden herrschenden Hypothesen, die Projektions- und die Augenbewegungstheorie, und die von Le Cat u. a. aufgestellte Theorie der „Erziehung des Sehens“ widerlegt. Nach letzterer sehen wir die Objekte anfangs verkehrt; die anderen Sinne belehren uns erst, daß wir sie umkehren müssen. Dagegen führt Goblot aus, daß die Netzhautbilder ursprünglich gar keinen Sinn haben, der umgekehrt werden müßte, sondern diesen Sinn lehren erst die übrigen Sinne. Operierte Blindgeborene sehen nicht verkehrt, nur fehlt die Zuordnung der Tasteindrücke zu den zweckmäßigen Bewegungen. Im Grunde findet das immer statt, wenn wir uns z. B. beim Spiegel rasieren.

Die optischen Täuschungen

werden von den einen Experimentatoren psychologisch, von den andern physiologisch erklärt.

Nach Th. Lipps sind alle optischen Täuschungen falsche Urteile.

„Wahrgenommene Raumformen vergleichen heißt: die eine in der Vorstellung auf die andere übertragen und an ihr messen. Angenommen es ist mit der Wahrnehmung der einen Raumform eine Vorstellung, deren Vollzug eine Veränderung der Raumform in sich schließt, genügend eng verknüpft, so kann dadurch zwar nicht das Wahrnehmungsbild, wohl aber das auf die zweite Raumform übertragene Vorstellungsbild oder unmittelbare Erinnerungsnachbild derselben die tatsächliche Veränderung wirklich erleiden. Wir messen dann in Wahrheit nicht mehr die erste Raumform, sondern das durch diese Nebenvorstellung oder diesen assoziativen Faktor modifizierte Vorstellungsbild derselben an der zweiten Raumform. Daraus ergibt sich eine entsprechende Ablenkung des Ergebnisses der Vergleichung. Die geometrisch-optischen Täuschungen sind solche Ablenkungen von

1) Zeitschr. f. Psychol. u. Pysiol. der Sinnesorgane. 1898. 18. Bd. 3. Heft. S. 255.

2) La vision droite. Revue philos. 44. 11. 1897.

Digitized by Google

Vergleichsergebnissen. Sie sind Urteilstäuschungen in diesem besonderen Sinne." [1])

Witasek und Benussi glaubten experimentell nachgewiesen zu haben, daß die geometrisch-optistischen Täuschungen dem Auge anhaften. Lipps behauptet, sie hätten seine Auffassung nur bestätigt. Gerade, krumm, Richtung, vertikal, rechts, links sieht man nicht, sondern „faßt man auf." [2])

Mit Lipps stimmt teilweise überein, weicht aber auch in wesentlichen Punkten von ihm ab Fr. Schumann. [3])

„Zur Schätzung räumlicher Größen" bemerkt er: Nicht immer muß eine Vergleichung stattfinden, wenn wir etwas als größer als ein anderes, als kleiner oder gleich schätzen. G. E. Müller fand, daß wir die Schwere oder Leichtigkeit eines Gewichtes schätzen nach der Schnelligkeit mit der wir es heben; Schumann fand, daß Erwartung oder Enttäuschung bewirken, ob wir durch Signale bezeichnete Zeitintervalle für größer oder kleiner halten; auch Stumpf und Meyer wollen die Reinheit und Unreinheit zweier Tonintervalle durch Lust- und Unlust-Gefühle beurteilen.

Verf. widerlegt die Ansicht, daß wir bei der Vergleichung zweier räumlicher Größen nur durch sie unser Urteil bestimmen lassen. In diesem Sinne erklärt er dann verschiedene optische Täuschungen.

Die Ursache derselben kann vom äußeren Reize und seiner Einwirkung auf das Organ kommen, oder vom Organ selbst (Irradiation), Neigung der Meridiane gegen einander, oder von der Fortpflanzung der Erregung vom Organ zum Sensorium, oder von den Muskelbewegungen, z. B. des Auges, oder schließlich vom Urteil.

Fr. Schumann [4]) geht aus vom Sukzessivvergleich.

Wenn wir zwei Linien nach einander vergleichen, so legen wir nicht, wie die Erfahrung lehrt, ein bewußtes Bild der ersten auf die zweite, sondern es bleibt nur eine unbewußte Vorstellung. Es wird vielmehr von der zweiten Linie ein Stück von der Größe der ersten herausgeschnitten, Zusammenziehen der Aufmerksamkeit, sodann die übrigbleibenden Endstücke deutlicher gesehen, Ausdehnung der Aufmerksamkeit: erst dann kommt der absolute Eindruck der Größe oder Kleinheit. Es sind also Nebeneindrücke, welche die Ver-

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1896. 12. Bd. S. 39 ff.

2) Fortsetzung der „psycholog. Streitpunkte". Ebd. 31. Bd. S. 47 ff.

3) Beiträge zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. der Sinnesorgane. 1900. S. 1.

4) Beiträge zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 30. Bd. S. 241 ff., 321 ff.

Digitized by Google

gleichung ermöglichen. Damit erklären sich alle sogn. optischen Täuschungen, die also Urteilstäuschungen sind. Witasek, der behauptet, es werde das Unrichtige wirklich gesehen, wird widerlegt.

„Die fundamentale Tatsache, daß fast alle optischen Täuschungen bei häufigerer, genauerer Vergleichung der zu beurteilenden Größen nachlassen oder ganz verschwinden, spricht dafür, daß wir es mit reinen Urteilstäuschungen, also mit Störungen des Vergleichungsvorganges zu tun haben." Lipps nimmt zwar auch Urteilstäuschungen an, sucht sie aber durch Kräfte: Tendenz der Ausweitung und Verengerung zu erklären: von diesen Tendenzen weiß das Bewußtsein nichts.

Für die Richtungstäuschungen macht Schumann die Augenbewegungen verantwortlich.[1])

Rein physiologisch erklärt Witasek[2]) die optisch-geometrischen Täuschungen.

Es stehen sich hauptsächlich die psychologische und physiologische Erklärung schroff entgegen. Eine Kritik der beiden Erklärungen sowie Versuche an der Zöllner'schen Figur lassen den Verf. die letztere bevorzugen. „Die Zöllner'sche und die mit ihr verwandten geometrisch-optischen Täuschungen sind nicht Urteils-, sondern Empfindungstäuschungen." Weil aber gerade diese Täuschungen die wichtigsten sind, dürfte das Resultat auch verallgemeinert werden. Die Täuschungen halten sich auch trotz allem besseren Wissen; ihre Größe läßt sich ja messen. Das Bewußtsein zeigt uns die Täuschung klar als eine Wahrnehmung nicht als Phantasievorstellung. Die räumlichen Täuschungen haben große Analogie mit dem Farbenkontrast, welchen Hering physiologisch erklärt hat. „Vielleicht findet sich auch einmal der Gedanke, der es gestattet beide Arten unter einer Formel zu erfassen."

Heymanns[3]) unterzieht gleichfalls die Theorie von Lipps einer Kritik.

Lipps sucht zu beweisen, daß die symbolische Deutung des Gegebenen als Produkt mechanischer Kräfte sowohl aller ästhetischen Auffassung wie auch sämtlicher geometrisch-optischen Täuschungen zugrunde liege. Die Beziehung zur Natur und zur lebendigen Wirklichkeit liegt beiden Erscheinungen zugrunde. An dem Beispiele der für unsere Auffassung „sich aufrichtenden und zusammenfassenden" dorischen Säule wird unsere Neigung erläutert, ohne alle Reflexionen

1) A. a. O. 1904. 36. Bd. S. 161 ff.

2) Über die Natur der geometrisch-optischen Täuschungen. A. a. O. 1898. 18. Bd. S. 81.

3) Raumästhetik und geometrisch-optische Täuschungen von Lipps. Zeitschrift f. Psychol. u. Phys. 1898. 17. Bd. S. 383.

Digitized by Google

die gegebenen Raumformen zunächst mechanisch, sich bewegend, dehnend, streckend, aufrichtend usw., sodann anthropomorphistisch zu deuten, dieselben „im Lichte eigenen Tuns" zu betrachten, und dementsprechend mit ihnen zu „sympathisieren", also ästhetisches Wohlgefallen zu finden.

Die optischen Täuschungen sind nach Lipps nicht Veränderungen der Wahrnehmung, sondern falsche Vergleichungs-Urteile, nämlich die durch die ästhetische Auffassung in die Formen hineingelegte Bewegung oder sonstige menschliche Tätigkeit wird in der Vorstellung noch verstärkt. Beim Vergleiche zweier Objekte übertragen wir das Vorstellungsbild des einen auf das andere. „So gewiß die in der bloßen Vorstellung vollzogene Modifikation einer Form oder Größe die Wahrnehmung dieser Größe oder Form nicht zu verändern mag, so gewiß ist sie eine Veränderung des Vorstellungsbildes derselben. . . , Das Ergebnis ist, daß wir gar nicht, wie wir meinen, das wirkliche, sondern das modifizierte Vorstellungsbild des einen Objektes auf das andere übertragen. Damit ist naturgemäß auch eine Ablenkung des Resultates der Übertragung und Vergleichung gegeben." Heymanns findet die Theorie zu einseitig.

Vom allgemeinen Standpunkte aus betrachtet A. Thiéry[1]) die optischen Täuschungen.

Man unterscheidet Bewegungs-, Farben- und Dimensions- d. h. geometrisch-optische Täuschungen. Die zwei ersteren Arten sind schon länger bekannt und leichter zu erklären; letztere sind erst durch die sog. Zöllner'sche Figur Gegenstand besonderen Studiums geworden. „Gewisse Dimensionstäuschungen zählen mehr als ein Dutzend gelehrter Erklärungen. Diese Theorien werden bald von rein physiologischen, bald von psychologischen oder psychophysischen Grundsätzen geleitet; sie widersprechen sich, bekämpfen sich oder ignorieren sich gegenseitig, und manche Gelehrte, wie z. B. Aubert, erklären diesen Meinungsverschiedenheiten gegenüber unumwunden, daß sie überhaupt keine Erklärung zu geben wissen." Thiéry's Abhandlung beschäftigt sich zunächst mit der Zöllner'schen Figur.

Bei Größentäuschungen schreibt Thiéry der perspektivischen Projektion die erste Rolle zu, nicht als wenn distinkte perspektivische Vorstellungen immer die geometrisch-optischen Täuschungen verursachten, vielmehr haben viele Menschen die perspektivische Bedeutung der Figuren nicht bemerkt, erst die Reflexion findet sie.

„Betrachtet man z. B. die Sonne am freien Himmel, so wird man eine

1) Über geometrisch-optische Täuschungen. Philos. Stud. 1895. S. 603 ff.

Digitized by Google

gewisse Schätzung ihrer Größe bekommen; betrachtet man alsdann die Sonne durch ein in einer schwarzen Mappe gemachtes Loch, so wird man von der Größe der Sonne eine viel kleinere Vorstellung haben (vorausgesetzt, daß die Mappe ungefähr einen Fuß vom Auge entfernt ist, und daß in dieser Lage der Gesichtswinkel des Loches ungefähr zweimal so groß ist, wie derjenige der Sonne). Indem man diese scheinbare Verkleinerung der Sonne beobachtet, wird man nicht zum Bewußtsein davon gelangen, daß dieselbe dadurch veranlaßt worden ist, daß man die Sonne viel näher projiziert hat. . . . Die Projektionsdistanz, der Gesichtswinkel, sowie die anderen Elemente der Schätzung sind also keineswegs distinkte Vorstellungen, die separat zum Bewußtsein gelangen und dann in einer ganz bestimmten Weise sich vereinigen, sondern sie sind verschmolzen in die Gesamtvorstellung der Dimensionsschätzung, so daß, wenn ein einziges Element sich ändert, die Gesamtvorstellung auch sich ändert."[1])

Auch Filehne[2]) mißt der Perspektive große Bedeutung bei.

Auch halbgeweckte, unbewußte Erinnerungsbilder früherer räumlicher „perspektiver" Wahrnehmungen können noch wirken, wenn eine „betrachtete Zeichnung zwar wegen Unfigürlichkeit keine bewußt perspektivische Wahrnehmung erzeugt, aber doch zeichnerisch perspektivische Motive enthält." Zieht man z. B. in der Ebene von einem Punkte aus drei Linien, welche drei stumpfe Winkel bilden, so werden diese letzteren leicht als rechte gesehen, wenn man sich die Figur als körperliche Ecke vorstellt. So entstehen auch die Täuschungen der Zöllner'schen und Löb'schen Figur: es sind eigentlich keine Täuschungen, sonst wäre das Körperlichsehen einer Photographie auch Täuschung.

Die Erklärungen von Ebbinghaus werden wir im Berichte über den 1. Kongreß für experimentelle Psychologie bringen.

Gehen wir nun noch auf einige besonders eifrig erforschte Täuschungen ein, zunächst auf

Das Aubert'sche Phänomen.

W. A. Nagel[3]) berichtet darüber:

Aubert fand, daß man im dunklen Zimmer eine lichte Linie

1) Über erklärende und beschreibende Psychologie. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. der Sinnesorgane. 1905. 9. Bd., 3. u. 4. Heft. S. 161.

2) Die geometrisch-optischen Täuschungen als Nachwirkungen der im körperlichen Sehen erworbenen Erfahrungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1899. 17. Bd. S. 15.

3) Über das Aubert'sche Phänomen und verwandte Täuschungen über die vertikale Richtung. A. a. O. S. 373.

Digitized by Google

außer der kein anderes orientierendes Objekt vorhanden ist, bei Neigung des Kopfes nach rechts, nach links stark geneigt sieht und umgekehrt. Er deutete das Phänomen so, daß er annahm, der Beobachter vergesse seine schiefe Lage. Erneute und erweiterte Versuche Nagel's bewiesen die Unhaltbarkeit dieser Annahme. Es erklärt sich teilweise durch die kompensatorischen Raddrehungen des Auges, wie sie Verfasser bei vielen Tieren und auch beim Menschen beobachtet hat. Wird der Horizont der Netzhaut durch Drehungen des Kopfes verschoben, so dreht sich der Augapfel um die Blicklinie soweit, daß die horizontale Lage der Netzhaut erhalten bleibt. Das reicht aber nicht aus, um alle Einzelheiten der Beobachtung zu erklären; „das Aubert'sche Phänomen muß durch die Augenmuskeln, bezw. die unbewußte Vorstellung, die man sich über deren Spannungszustand macht, hervorgerufen sein."

„Schwieriger noch als für das Aubert'sche Phänomen ist die Erklärung für die Scheinbewegungen, welche an der gesehenen Lichtlinie während der Kopfbewegungen wahrgenommen werden. J. Breuer läßt die Lagenempfindungen durch das Labyrinth, speziell durch den Otolithenapparat vermittelt werden, was Marbe nicht für bewiesen erachtet.

Dagegen H. Feilchenfeld:[1])

Im Dunkelzimmer wird eine schwachglühende Lichtlinie, die eben wahrgenommen wird, aber den Raum nicht bis zur Sichtbarkeit erhellt, das sog. Aubertsche Phänomen beobachtet: „Bei vertikaler Kopfhaltung erscheint die Linie in ihrer wirklichen Lage, bei schulterwärts geneigter Kopflage nimmt sie eine entgegengesetzte scheinbare Lage an." Hier ist die Erfahrung ausgeschaltet, nach der wir uns über die Lage solcher Objekte nicht täuschen, welche in bekannter Umgebung sich befinden.

Diese optische Täuschung ist prinzipiell von den übrigen verschieden: „Alle Täuschungen sind in gewissem Sinne Beziehungstäuschungen, indem sie aus einem Vergleich mit anderen bereits bekannten Objekten resultieren. Diese für den Vergleich in Betracht kommenden Objekte gibt im allgemeinen die Außenwelt her oder vielmehr derjenige Teil der Außenwelt, welcher das jedesmalige Sehfeld bildet. Hier, wo die Außenwelt unsichtbar gemacht ist, bleibt nur noch ein einziges, bis zu gewissem Grade inbezug auf die Lokalisation bekanntes Objekt: das untersuchende Subjekt, auf welches sich von selbst die beziehende Vergleichung hinlenkt. Das Aubert'sche Phänomen ist eine Täuschung, nicht in Beziehung auf die Außenwelt, sondern in Beziehung auf mich selbst."

1) Zur Lageschätzung bei seitlichen Kopfneigungen. S. 127.

Digitized by Google

Hierher gehören auch M. Sachs' und J. Meller's Untersuchungen über die Verschiebung der Vertikalen überhaupt.[1])

„Aus unseren Versuchen geht hervor, daß durch reine Kopf- und reine Körperneigungen die optische Vertikale im gleichen Sinne verlagert erscheint wie die haptische Vertikale. Hier wie dort rufen Kopfneigungen Verlagerung der scheinbar Vertikalen im entgegengesetzten Sinne, Körperneigungen gleichgerichtete Verlagerungen hervor . . . nur daß die größeren Orientierungsfehler bei den optischen Versuchen durch Kopfneigungen, bei den haptischen durch Körperneigungen ausgelöst werden." „Weil der vorgestellte Raum einheitlich ist", lassen sich bei aller Unabhängigkeit der beiden Sinnesgebiete die Empfindungen derselben nicht vollständig von einander trennen. „Man kann wohl bei den Tastversuchen durch Verschluß der Augen den Einfluß der Gesichtsempfindungen beseitigen, nicht aber den der Erregungen des statischen Sinnes, ebensowenig die Tastempfindungen (Muskel-, Sehnen-, Gelenks-, Hautempfindungen) bei den optischen Versuchen unmerklich machen. Wir sind sonach zwar nicht imstande, den Einfluß der einzelnen Empfindungskategorien auf die Vorstellung von den Richtungen im Raume — wenn man so sagen darf — rein darzustellen; wir sind aber berechtigt, in der trotz alledem zutage tretenden Differenz der Lage der scheinbar Vertikalen, je nachdem überwiegend optische oder haptische Empfindungen verwertet werden, einen Beweis a fortiori für die Spezifität dieser mit räumlicher Qualität ausgestatteten Empfindungen zu erblicken."

Gelegenheit zu zahlreichen und sich widersprechenden Erklärungen hat das sogen.

„Brentano'sche Paradoxon"

gegeben.

Brentano berichtet darüber in der Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane.[2])

Hat man zwei ganz gleich lange Linien, und setzt an die beiden Enden der einen einen spitzen Winkel der nach außen gerichtet ist, und an die Enden der anderen denselben Winkel der nach der Linie gerichtet (also von außen gesehen ein überstumpfer ist), so erscheint erstere viel länger als letztere.

Nach Widerlegung verschiedener Erklärungsversuche dieses Paradoxon führt es Brentano auf die längst bekannte optische Täuschung

1) Untersuchungen über die optische und haptische Lokalisation bei Neigungen um eine sagittale Achse. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane. 31. Bd. S. 83 ff.

2) Über ein optisches Paradoxon. 1892. 3. Bd. S. 349.

Digitized by Google

zurück, nach der wir spitze Winkel über-, und stumpfe unterschätzen. Darnach wird nämlich die Richtung der zu schätzenden Linie und infolge davon die Länge falsch beurteilt.

Es ist nicht möglich, alle darüber gegebenen Erklärungen anzuführen; wir werden gelegentlich auf einige stoßen; die von Müller-Lyer,[1]) von welcher die Benennung „Müller-Lyer'sche Figur" kommt, muß jedenfalls hier Platz finden.

Wie zwei Farben durch Kontrast sich heben aber durch Konfluxion z. B. eine blaue Scheibe auf dunklem Untergrunde bei schwacher Beleuchtung diesen blau erscheinen läßt, so lassen sich durch dieselben beiden Gesetze manche Sinnestäuschungen auf extensivem Gebiete erklären: „Extensionen treten in Konfluxion, wenn sie parallel laufen, und sie kontrastieren, wenn sie in entgegengesetzter Richtung liegen oder senkrecht zu einander stehen. Enge Nähe der Extensionen ist für beide Trugmotive selbstverständliche Voraussetzung."

Nach dem Vorgange Binet's hat G. Heymans quantitative Bestimmungen über die Größe der Täuschung beim sogenannten Brentano'schen optischen Paradoxon versucht, durch welche er die Erklärung Müller's, die den Kontrast bezw. die Konfluxion als Grund der Unterschätzung und der Überschätzung der Linien ansieht, widerlegt glaubt.

Dagegen zeigt Müller, „daß, wenn die Grenzlinien einer Figur unterbrochen werden, sich dann auch die scheinbare Form der übrig bleibenden Grenzen ändert, und zwar findet in der Richtung der Unterbrechung eine scheinbare Verlängerung und in der darauf senkrechten Richtung eine scheinbare Verkürzung statt." Die Erklärung des Paradoxon hatte nämlich bei Müller gelautet: „Man hält die beiden Linien für verschieden groß, weil man bei der Abschätzung nicht nur die beiden Linien, sondern unwillkürlich auch einen Teil des zu beiden Seiten derselben abgegrenzten Raumes mit in Anschlag bringt[2])."

Heymann, den Müller bekämpft, hatte quantitative Untersuchungen über das „optische Paradoxon" angestellt.[3])

Durch die Fechner'sche Wahl- und Herstellungsmethode bestimmte Heymann das Maß der Täuschung unter verschiedenen Umständen. Er fand „nahezu vollständige Proportionalität zwischen dem Kosinus des Schenkelwinkels und dem mittleren Betrage der Täuschung". Ferner suchte er die Abhängigkeit zwischen Schenkellänge und mittlere Täuschung festzustellen, und es ergab sich: „Bei fortge-

1) Über Kontrast und Konfluxion. A. a. O. 10. Bd. S. 421.
2) Zeitschr. f. Psychol. u. Phys. der Sinnesorgane. 9. Bd. S. 2.
3) Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. 1895. 9. Bd. S. 391.

Digitized by Google

setzter Schenkelverlängerung nimmt allgemein die Täuschung anfangs zu, erreicht dann ein Maximum, und nimmt schließlich wieder ab." Des weiteren wurde untersucht, welchen Einfluß das Fortlassen einzelner Schenkel auf die Größe der Täuschung habe, und er glaubt annehmen zu dürfen, daß auch bei einer vollständigen Brentano'schen Figur das Auftreten des Maximums so gut wie ausschließlich durch die Wirkung der auswärts gerichteten Schenkel bedingt ist, während die einwärts gekehrten nicht oder nur sehr wenig dazu beitragen."

Indem nun diese Kriterien auf die verschiedenen Erklärungsversuche angewandt werden, kann nur die Delboeuf-Wundt'sche, welche durch unwillkürliche, erzwungene Augenbewegungen die Täuschung entstehen läßt, berücksichtigt werden. Eine solche erzwungene Bewegungstendenz hat unter günstigen Umständen Heymann selbst an sich beobachtet. Er findet darum die Ursache der Täuschung in den bekannten Tatsachen des Bewegungskontrastes. Eine stärkere Blickbewegung läßt eine nachfolgende schwächere noch schwächer, eine stärkere noch stärker erscheinen. Diese Erklärung ist dem Verf. die wahrscheinlichste, weil für diese und nur für diese Auffassung das Gegebensein zweier Ursachen, deren eine die Täuschung hervorbringt, während die andere ihr entgegenwirkt, und aus deren Zusammenwirken also das Auftreten eines Maximums prinzipiell zu erklären wäre, sich nachweisen läßt."

Auch F. Schumann[1]) legt mit Wundt bei den optischen Täuschungen das größte Gewicht auf die Augenmuskelbewegungen. Er geht von der Schätzung der Richtung aus.

Zieht man zwei kleine Linien in etwa 20 cm Abstand von einander, die eine genau in der Verlängerung der andern, so erkennt man bei senkrechter Stellung der einen unter der andern leicht, daß die eine in der Fortsetzung der andern liegt. Fixiert man aber eine der beiden Linien, so hat man kein sicheres Urteil über die Richtung der andern, erst durch Hin- und Herwandern des Blickes wird es ermöglicht. Sicher ist auch das Urteil, wenn die beiden Linien horizontal liegen. Sind sie dagegen schräg gerichtet, so scheint gewöhnlich die Fortsetzung der unteren über die obere hinauszugehen, manchmal auch umgekehrt unter derselben. Dies beweist für die Muskelbewegungen bei der Raumwahrnehmung. Es muß daraus erklärt werden, „daß wir den Blickpunkt zwar dann richtig in der gewünschten Linie weiter zu bewegen vermögen, wenn es sich um die horizontale oder vertikale Lage handelt, daß aber bei allen schrägen Richtungen unwillkürliche Abweichungen der Augen eintreten, die bei manchen Ver-

1) Beiträge zur Analyse der Gesichtswahrnehmung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1904. 36. Bd. S. 161.

Digitized by Google

suchspersonen nach der einen Seite und bei den andern nach der entgegengesetzten Seite stattfinden."

Dazu stimmt die Beobachtung von Wundt, „daß beim Übergang von einem Fixationspunkte zu einem zweiten die Sehachse immer in gerader Richtung übergeführt wird, wenn die Verbindungslinie beider Punkte horizontal oder vertikal liegt. Dagegen beschreibt bei jeder schrägen Richtung die Sehachse eine krumme Bahn", bald konvex, bald konkav.

Eine gleiche Beobachtung machte auch Lamansky an Nachbildern. Die Abweichungen von den Geraden erreichen ihr Maximum bei einer Bewegungsrichtung von 45° gegen den Horizont. Daraus erklärt der Verf. eine ganze Reihe optischer Täuschungen.

Neuestens macht auch Lipps weitgehende Zugeständnisse an Wundt und Schumann. Ersterem gibt er zu, daß der Grundfehler seiner Theorie in der Heranziehung des Unbewußten liege, letzterem, daß er den Punkt aufgedeckt habe, in dem Lipps mit sich in Widerspruch geraten. Die Differenz soll übrigens nicht so groß sein, nur müsse man nicht sinnliche Augenbewegungen, sondern Auffassungen als Grund der optischen Täuschungen ansehen.[1])

Ebenso fleißig ist

Die scheinbare Form des Himmelsgewölbes

und die Vergrößerung der Gestirne am Horizont studiert worden. Am eingehendsten wohl von E. Reimann. Es gibt zunächst ein ganze Geschichte dieses Problems.[2])

Sodann gibt er seine Beobachtungen und Theorie.[3])

Das flächenhafte Aussehen der Atmosphäre im Wechsel ihrer Zustände ergibt sich als konstantes optisches Verhalten derselben. Diese Himmelsfläche hat mit der Rundung der Erde nichts zu tun; sie ist nicht eine halbkugelige, sondern gedrückt. „Es verhält sich nach meinen Bestimmungen der relativen Dimensionen des Himmelsgewölbes bei heiterem Wetter seine Höhe zum horizontalen Radius wie 1 : 3,5", was sich auch bei bewölktem Himmel wenig ändert. „Das blaue Himmelsdach bildet die Grenzwand unserer sinnlichen Raumwahrnehmung": „an" ihm müssen darum auch Sonne und Mond als Scheiben erscheinen. „Bilden aber die Scheiben der Sonne und des Mondes für uns Teile des flachen Himmelsgewölbes, so müssen dieselben auch, da der Sehwinkel derselbe bleibt, am Horizont größer erscheinen als im Meridian."

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1903. 38. Bd. S. 241 ff.

2) Die scheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizont. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane. 1902. 30. Bd. S. 1 ff.

3) S. 161 ff.

Digitized by Google

Als Ergänzung und Beschluß seiner Forschungen dient der neueste Aufsatz von E. Reimann.[1])

„Daß wir eine Fläche, die Himmelsfläche sehen, ist eine Wirkung der Atmosphäre . . . Da in vertikaler Richtung bald die Luftschichten erreicht werden, welche als dunkel zu gelten haben, so ist im Zenit die Himmelsfläche näher und dunkler als am Horizont. Da ferner die Himmelsfläche den Hintergrund für alle terrestrischen Objekte bildet, so daß die entfernteren bereits an dieser Fläche erscheinen, der Abstand zwischen ihr und einem hellen hindurchscheinenden Gestirn aber erst recht nicht zur Wahrnehmung gelangt, so kann es nicht Wunder nehmen, wenn wir auch die Gestirne an diese Fläche verlegen, und als Teile resp. Punkte derselben auffassen. Deßhalb müssen sich die Scheiben der Sonne und des Mondes, die Sternbilder sowie alle anderen Objekte und Phänomene, welche wir auf die Himmelsfläche projizieren, dem perspektiv'schen Anblick desselben fügen. Dieser besteht aber eben darin, daß die scheinbaren Größen ihrer unter gleichen Winkeln gesehenen Teile vom Zenit bis zum Horizont wachsen, da sie hier weiter von uns entfernt ist als dort."

Anders W. v. Zehender[2]).

„Nach der Sinnesempfindung meines eigenen Auges ist am wolkenfreien Himmel nur blaue Himmelsfarbe wahrzunehmen; nirgends, wohin ich auch blicke, sehe ich oder erkenne ich die geringste Spur einer Wölbung." „Mit dem gestirnten Nachthimmel verhält es sich ähnlich." Ganz anders der bewölkte Himmel, der eine gewölbte Stelle zeigt, die aber nicht Täuschung, sondern Wahrheit ist, da die Wolkenschicht konzentrisch zur Erdoberfläche ist. Da dieselbe aber einen größeren Radius als die Erde hat, so erscheint sie flacher gewölbt." Durch Umfragen an 100 Personen fand Zoth, daß den meisten Menschen der Mond am Horizont näher erscheint als hoch am Himmel. „Das ist aber gerade das Gegenteil von dem, was durch die flachgedrückte Form des Himmelsgewölbes bewiesen werden soll."

Wieder anders G. M. Stratton.[3])

Infolge der Perspektive sieht man zwei vom Beobachter ausgehende horizontale Linien am Horizont gehoben. Dasselbe gilt von Flächen. Das „hohe" Meer erscheint nicht konvex wie es sollte, sondern konkav. Die Form des Himmelsgewölbes bei wolkiger Be-

1) Die scheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizont. A. a. O. 1905. 37. Bd. S. 250.

2) Die Form des Himmelsgewölbes und das Größererscheinen der Gestirne am Horizont. A. a. O. 1900. 24. Bd. S. 218.

3) Der linear-perspektivistische Faktor in der Erscheinung des Himmelsgewölbes. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1902. 28. Bd. S. 42.

Digitized by Google

deckung ist nur ein Spezialfall davon; die Wölbung ist so stark, weil die Wolken so weit entfernt sind.

Noch anders Guttmann[1]).

Nach O. Zoth hängt die Vergrößerung der Gestirne am Horizont von der Blickrichtung ab: Erhebung derselben verkleinert die Objekte. Er konnte dies an terrestischen Objekten nicht eindeutig feststellen, da die Schätzung der Entfernung und die der Größe mit einander kompliziert waren. Guttmann schaltete bei seinen Versuchen die Entfernungstäuschung aus und fand, „daß Distanzen resp. Objekte, die unter sonst gleichen Bedingungen gesehen und als Größen beurteilt werden, bei nur 4° erhobener Blickrichtung in 25—26 cm Entfernung vom Auge rund $3^1/_2$—$5^2/_3$ % kleiner erscheinen als bei gerader Blickrichtung."

Fügen wir auch noch die Erklärung hinzu, welche W. Scharwin und A. Nowizki[2]) in einem Aufsatze der Zeitschrift für Psychologie und Physiologie geben.

Wenn man einige Sekunden die untergehende Sonne fixiert und sodann den Blick über einen anderen Teil des Himmels wandern läßt, so erscheint zuerst ein heller, dann ein dunkler runder Fleck (positives, dann negatives Nachbild); derselbe ist größer am Horizont, wird aber um so kleiner, je mehr der Blick sich dem Zenith nähert. Die Erklärung dieser Erscheinung liegt darin, daß wir die Nachbilder immer auf die Fläche projizieren, welche der Blick fixiert. Darum erscheint uns die Sonne selbst am Horizont größer als im Zenith, weil wir uns das Himmelsgewölbe als eine im Zenith flache Kugel vorstellen. Den experimentellen Beweis für diese Erklärung liefert folgender Versuch: Entwickeln wir im Auge ein Nachbild von einer hellen Fläche, und messen wir seine Größe und Entfernung vom Schirme, den wir fixieren, so ergibt sich, daß alle linearen Abmessungen des Nachbildes sich proportional zur Entfernung des Schirmes vom Auge verändern.

Eine ganz neue Erklärung vom Himmelsgewölbe bezw. seiner Krümmung gibt F. Bernstonic.[3])

Aus Beobachtungen am Leuchtturm auf Helgoland folgert er: „Die wirkliche Krümmung des Himmelsgewölbes (also etwa die der untersten Schicht eines Wolkenhimmels) spielt für die scheinbare Krüm-

1) Blickrichtung und Größenschätzung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1903. 32. Bd. S. 333.

2) Über den scheinbaren Größenwechsel der Nachbilder im Auge. S. 408.

3) Das Leuchtturmphänomen und die scheinbare Form des Himmelsgewölbes. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. 1904. 34. Bd. S. 132 ff.

Digitized by Google

mung nahezu gar keine Rolle." Dagegen „befindet sich ein Beobachter auf einer unbegrenzten Ebene unter einem genügend hohen, der Ebene parallelen selbst ebenen Dache, das sich nach allen Seiten sehr weit erstreckt, so erscheint dasselbe als ein flaches Gewölbe, das auf der Grundebene in einem Horizontalkreise aufzusitzen scheint".

Scheinbare Körpergröße.

Eine interessante optische Täuschung von ästhetischer Bedeutung behandelt L. Hofbauer („Über die Ursachen der Differenzen zwischen wirklicher und scheinbarer Körpergröße)." [1])

Manche Menschen machen den Eindruck bedeutenderer Größe als sie wirklich nach Ausweis der Messung haben, andere erscheinen verhältnismäßig klein. Bei näherer Prüfung ergibt sich, daß ersteres von einem Übergewicht der unteren Gliedmaßen gegenüber der Länge des Rumpfes, letzteres von dem Zurücktreten derselben herrührt. Dies beruht auf einer optischen Täuschung, wie man durch geometrische Figuren nachweisen kann.

„Auf ein schmales hohes Rechteck wird ein breites Parallelogramm aufgesetzt. In nicht zu geringer Entfernung davon wird ein zweites schmales Rechteck gezeichnet, welches zwar gleiche Breite hat wie das der ersten Figur, jedoch inbezug auf seine Höhe gegen dasselbe bedeutend zurücksteht. Auf dieses wird nun ein Parallelogramm aufgesetzt, welches genau ebenso breit ist wie das der ersten Figur, jedoch um soviel an Höhe das letztere übertrifft, als das schmale Rechteck, auf welchem es basiert, hinter dem entsprechenden der ersten Figur zurückbleibt; dadurch wird die Gesamthöhe der beiden Zeichnungen, die nunmehr schwarz angelegt werden, vollkommen gleich. Trotzdem scheinen dieselben inbetreff ihrer Höhenausdehnung ganz beträchtlich zu differieren und zwar in der Weise, daß die Figur mit dem höheren Grundrechteck bedeutend größer als die andere zu sein scheint." Auch durch Streckung des Halses auf Kosten des Rumpfes kann die scheinbare Größe des Körpers vermehrt werden, was A. Dürer beim Hochwuchs anwendet, auch beim Apollo von Belvedere zu beobachten ist.

Farbentheorien.

Obgleich Psychologie, Physiologie und Physik gleich starkes Interesse an einer befriedigenden Farbentheorie haben, kann doch keine

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 15. Bd. S. 206.

Digitized by Google

dieser Wissenschaften bis jetzt mehr als Hypothesen über das Wesen des Farbenkontinuums bieten.

Zur Erklärung der Farben- und Lichtempfindung sind drei Haupttheorien in neuerer Zeit aufgestellt worden. Die Young-Helmholtzsche Hypothese nimmt dreierlei empfindende Elemente in der Netzhaut an: Rot-, grün-, violettempfindende, sie führt zum Farbendreieck. Die Heringsche zum Farbenviereck, indem sie aus den vier Hauptfarben: Rot, gelb, grün, blau alle übrigen als Übergangsfarben gemischt denkt. Die Wundtsche Annahme, welche von der Tatsache ausging, daß die höchste Farbe des Spektrums, das Violett wieder zum Ausgangspunkte, dem Rot zurückkehrt, führte zum Farbenkreis.

Die erstere berücksichtigt hauptsächlich die objektiven Farben, welche sich durch Mischung alle aus jenen drei Grundfarben herstellen lassen. Als subjektives Moment tritt bei ihr die Erklärung der Farbenblindheit auf. Bei Rotblinden braucht man nur die Annahme zu machen, daß ihre rotempfindenden Nervenfasern gelähmt sind; ähnlich bei Grünblinden. Für diese Theorie hat Weiß und Schwarz nicht die Bedeutung von selbständigen Farben, sondern sie gelten als Resultanten von mehreren zusammenwirkenden Farben.

Hering dagegen stellt den zwei Farbenpaaren: Rot-Grün, Gelb-Blau das dritte Schwarz-Weiß an die Seite, welche Koordination von psychologischem Standpunkte aus jedenfalls ganz gerechtfertigt erscheint.

Die dritte Theorie unterscheidet nur zwei Reizungsvorgänge, einen farblosen und einen farbigen. Der letztere ändert sich mit der Wellenlänge so unmerklich, daß die Empfindung einen stetigen Fortschritt aufweist, aber so, daß je zwei maximal verschiedene Vorgänge sich in ihren Wirkungen aufheben; sie leugnet also eine Korrespondenz physikalischer Grundfarben und physiologischer Grundprozesse, welche von den beiden ersten Theorien vorausgesetzt wird. Vielmehr behauptet sie: „Jeder qualitativen oder quantitativen Differenz der Lichtempfindung entspricht eine qualitative oder quantitative Differenz des Sehprozesses." Der Prozeß der farblosen Empfindung begleitet dagegen an und für sich jeden Sehprozeß.

1. Gegen die erste Theorie macht Wundt geltend, daß sie 1^0 nicht die Aufhebung von je zwei bestimmten einander ferner liegenden Farben zu Weiß erklärt, noch weniger 2^0 die Verwandtschaft der Anfangs- und Endfarbe des Spektrums; 3^0 nicht die Abhängigkeit der Farbensättigung von der Lichtstärke; auch nicht 4^0 die Erscheinungen der partiellen und totalen Farbenblindheit. In letzterer Beziehung fand Donders nach sorgfältigen Untersuchungen, „daß man

Digitized by Google

kein Recht hat, die bei den verschiedenen Formen von Farbenblindheit fehlenden Farben als die fundamentalen Farben des normalen Systems zu betrachten".

Nach der Youngschen Theorie soll der Rotblinde das Weiß grünblau, der Grünblinde dasselbe purpur sehen, ohne sich dieser Eigentümlichkeit bewußt zu werden, da er seine Benennungen der Farben nach denen des normalen Auges richtet. Nun sind aber seitdem Fälle bekannt geworden, wo die Farbenblindheit nur ein Auge traf, wo also das Individuum die wahre Farbe erkennen und benennen konnte. Immer wurde von dem farbenblinden Auge das Weiß geradeso wie vom gesunden Auge gesehen. Bei einem Fall von Rotblindheit, den v. Hippel beobachtete, wurde gleichfalls vom gesunden und kranken Auge das Weiß gleich gesehen, von dem kranken nur etwas lichtschwächer, das Gelb erschien nicht nach dem Grün, das Blau nicht nach dem Violett hin verschoben, sondern die gelben Natriumlinien und die blauen Indium- und Cäsiumlinien erschienen geradeso wie dem gesunden Auge. Wundt beobachtete an sich eine Farbenblindheit, welche auf eine bestimmte Stelle der Netzhaut beschränkt war. In dieser Region erschienen sehr gesättigte Farben weißlich, aber in ihrem richtigen Farbenton, weniger gesättigte ganz farblos.

So ist also die Empfindlichkeit für alle Farben gleichmäßig herabgesetzt und an die Stelle eines Farbentons wird kein anderer gesetzt. Dieses streitet aber mit den Voraussetzungen einer jeden Komponententheorie, insofern es doch nicht wahrscheinlich ist, daß alle Komponenten, aus denen das ganze Spektrum besteht, gleichmäßig herabgesetzt seien.

Es scheinen diese Tatsachen vielmehr darauf hinzuweisen, daß die Empfindung des Farblosen und der Farben verschiedene physiologische Substrate verlange. Demgemäß haben Donders und v. Kries die Young-Helmholtzsche Theorie dahin modifiziert, daß sie die Empfindung des Hell und Dunkel einem peripheren Prozeß der Netzhaut zugewiesen, während die Farbenempfindungen in zentralen Netzhautvorgängen ihr Substrat haben sollen.

2. Die Vierfarbentheorie nimmt drei verschiedene physiologische Sehstoffe: den rot-grünen, den gelb-blauen und den schwarz-weißen an. Diese drei Urkomplementärpaare beruhen auf antagonistischen Prozessen, da sie sich gegenseitig aufheben, und sind hypothetisch als Assimilations- und Dissimilationsprozesse zu fassen.

Dagegen läßt sich zunächst einwenden, daß wenn auch Schwarz und Weiß einen ähnlichen Gegensatz zu einander bilden wie die Komplementärfarben, andererseits doch auch eine große Verschiedenheit besteht.

Digitized by Google

So kann man durch bloßes Abschwächen des Weiß zu Schwarz gelangen, was eher auf einen rein quantitativen Gegensatz als auf einen qualitativen, wie er zwischen den Komplementärfarben besteht, hinweist. Weiß und schwarz gemischt geben freilich ebenso grau, wie blau und gelb: aber diese, weil sie sich aufheben, jene, weil sie sich mischen. Sodann scheint es Wundt doch ziemlich willkürlich, gerade rot, gelb, grün, blau als Grundfarben zu wählen und aus ihnen alle entstanden zu denken. Gerade so wie man Violett aus Rot und Blau, kann man auch aus Orange und Violett Rot entstanden denken. Es besteht auch zwischen jenen vier Farben eine Vermittelung: Gelb steht dem Rot näher als dem Grün, dieses dem Blau näher als dem Rot. Offenbar besteht inbezug auf Ähnlichkeit die Aufeinanderfolge: Rot, gelb, grün, blau, was Wundt auch durch Experimente an Kindern, welche er über die Aufeinanderfolge jener vier Farben befragte, bestätigt fand. Wenn man nun z. B. Orange zwischen Rot und Gelb als Grundfarbe nimmt, so wird Rot und Gelb gerade so Übergangsfarbe wie es nach Herings Annahme das Orange ist. Es haben die genannten vier Farben in unserer Empfindung allerdings eine fundamentale Bedeutung, was sich schon aus der selbständigen Benennung ergibt, welche den Übergangsfarben fehlt: aber diese Bevorzugung hat ihre objektiven Gründe. In der uns umgebenden Außenwelt sind jene vier Farben, meint Wundt, besonders stark vertreten; im Blau des Himmels, im Grün der Vegetation, dem Rot des Blutes, dem Gelb der herbstlichen Vegetation usw.

Ferner muß Hering, um den Einklang zwischen dem psychologischen Begriff der Hauptfarben und dem physiologischen der sich zu Weiß aufhebenden Komplementärfarben herzustellen, das Rot etwas nach dem Purpur hin, das Grün nach dem Grünblau hin und umgekehrt bei dem andern Farbenpaar das Blau nach dem Indigblau hin verschieben. Es muß also der Name Rot, Grün, Blau etwas andres bezeichnen, als die gewöhnliche Sprache damit bezeichnet, und doch ist die psychologische Bedeutung der Grundfarben dem gemeinen Bewußtsein entnommen.

So ergibt sich denn, daß die Vierfarbentheorie ungefähr geradeso wie die Dreifarbenhypothese die Erzeugung aller Farben aus einigen Grundfarben und die Mischung naheliegender Farbentöne zu Übergangsfarben erklärt, sie gibt auch Rechenschaft von der Abhängigkeit der Farbensättigung von der Lichtstärke. Dagegen vermag sie die antagonistische Wirkung der Komplementärfarben nur durch eine Verschiebung der Prinzipalfarben zu erklären, wodurch Rot sogar zur Mischfarbe wird. Die totale Farbenblindheit erklärt sie wohl, die

Digitized by Google

partielle aber noch weniger als die Dreifarbentheorie; daß auch sie die Rückkehr des Endes des Spektrums im Violett zum Rot nicht erklärt, braucht kaum noch bemerkt zu werden.

3. Die Stufentheorie Wundts läßt sich auf folgende Sätze zurückführen.

1° Die Netzhaut befindet sich auch abgesehen von allen äußern und diesen äquivalent wirkenden Reizen wie Druck, Elektrizität und dergl. immer in einem Zustande einer inneren Dauererregung, welcher die Empfindung des Schwarz entspricht, welche entweder den qualitativen Eindruck des größeren oder geringeren Dunkels einer Farbe bestimmt, oder auch für sich allein als reines Schwarz auftritt.

2° Jede Netzhauterregung ist doppelt, chromatisch und achromatisch. Bei einfarbigem Lichte bestehen beide nebeneinander, folgen aber bei wachsender Reiz-Stärke verschiedenen Gesetzen. Die achromatische beginnt schon bei schwächeren Reizen und übertrifft zuerst die chromatische an Intensität; bei mittlern Lichtreizen nimmt sodann die relative Stärke der chromatischen Erregung zu, tritt aber bei den intensiven Reizen das Übergewicht wieder an die achromatische ab.

3° Die achromatische Erregung besteht in einem gleichförmigen photochemischen Vorgang, dessen Intensität bei einfarbigen Lichtreizen teils von der Lichtstärke, teils von der Wellenlänge abhängig ist, indem er von beiden Seiten des Spektrums hin bis zum Gelb wächst.

4° Die chromatische Erregung besteht in einem polyformen photochemischen Vorgang, der mit der Wellenlänge in unmerklichen Abstufungen veränderlich ist, indem er zugleich eine periodische Funktion der Wellenlänge darstellt. Die gesamte Mannigfaltigkeit der Farbenerregung bildet einen Kreisprozeß, in welchem jedem einzelnen Erregungsvorgang ein anderer antagonistischer Wirkung gegenübersteht. Die Periodizität erhellt daraus, daß die äußersten Unterschiede der Wellenlänge einander ähnliche Wirkungen hervorbringen, während die Wirkungen von zwischenliegenden Unterschieden, denen zugleich maximale Unterschiede der Empfindung entsprechen, einander aufheben, analog wie entgegengesetzte Phasen eines Bewegungsvorgangs. Diese antagonistische Wirkung erfolgt aber nicht zwischen den Farbenerregungen selbst, sondern zwischen den ihnen zu Grunde liegenden photochemischen Prozessen, sodaß in allen Fällen nach erfolgter Gegenwirkung bloß eine farblose Lichterregung bleibt.

5° Der photochemische Erregungsvorgang dauert länger als die Reizung und erschöpft die Erregbarkeit der Sinnessubstanz für den stattgefundenen Reiz. Aus der unmittelbaren Nachwirkung des Reizes

Digitized by Google

erklärt sich das positive und gleichfarbige, aus der Erschöpfung das negative und komplementäre Nachbild. Simultane Kontrastwirkungen können diese Effekte unterstützen.

6° Der simultane Kontrast ist ein zentrales Phänomen. Dies ergibt sich aus der Unabhängigkeit von der Reizstärke, durch die er sich von den Nachbildern unterscheidet, ferner aus seiner Abhängigkeit von der Vergleichung und speziell für den farblosen Kontrast sein Zusammenhang mit dem Weber'schen Gesetz. — Die ausführliche Darstellung des Kontrastes gibt Wundt in seiner Physiolog. Psychologie.

Die Theorie soll nun alle in Betracht kommenden Tatsachen erklären.

1° Gerade aus dem Kreisprozeß ergibt sich die Möglichkeit, alle Farben annähernd aus drei Grundfarben abzuleiten. Da das Dreieck die einfachste Figur ist, welche um einen Kreis gelegt werden kann, so ist es die einfachste Form einer möglichen Farbentafel; da aber bei ihm, wie bei jeder um den Kreis beschriebenen gradlinigen Figur die Ecken außerhalb der Kreisflächen liegen, so enthält die Konstruktion die Voraussetzung, daß die anzunehmenden Grundfarben nur imaginären Wert haben.

2° Die Möglichkeit der Mischung zweier einander naheliegenden Farben zur zwischenliegenden Spektralfarbe ist eine Folge der Veränderlichkeit der elementären Farbenprozesse in relativ kleinen Abstufungen, welche sich subjektiv an der Stetigkeit der Farbenänderungen zu erkennen gibt.

3° Die Aufhebung antagonistischer Farben zu Weiß sowie die Verwandtschaft der Anfangs- und Endfarbe des Spektrums hängen mit der periodischen Natur der Farbenerregung zusammen, erstere Erscheinung ist in der jede Farbenerregung begleitenden farblosen Reizung begründet.

4° Letztere Voraussetzung erklärt auch die Abhängigkeit der Farbensättigung von der Lichtstärke, wobei freilich noch die alle Lichterregungen begleitende Dauererregung der Netzhaut (dunkel, schwarz) in Betracht kommt. Aus dem Verhältnis dieser gleichen Dauererregung zu der stärker werdenden Lichterregung erklärt sich, daß jede Änderung der farblosen Empfindungen sowohl als Intensität als auch als Qualitätsänderung erscheint, und erklärt sich weiter, daß farblose wie farbige Erregungen bei Abnahme der Intensität im Schwarz, dem gemeinsamen Nullpunkt aller Empfindungen, zusammentreffen.

5° Die totale Farbenblindheit ist die einfache Folge aus der

Digitized by Google

Unabhängkeit der farbigen Erregung von der farblosen. Die partielle ist die Folge einer abnormen Konstitution der farbigen Sehsubstanz, wodurch gewisse Strahlen ihre photochemische Wirkung verlieren.

Kritik der Theorien.

Was ist nun von diesen verschiedenen Farbentheorien zu halten? Im Grunde ist keine derselben so befriedigend, daß sie als vorwurfsfreie Erklärung des Farbenkontinuums in psychologischer und physiologischer Beziehung gelten könnte.

1. Durch ihre Einfachheit, die das Siegel der Wahrheit ist, empfiehlt sich die Young-Helmholtz'sche Hypothese; da sie ja mit drei Grundfasern alle Farbenempfindungen erklären will. Wenn gerade die Einfachheit derselben von Wundt gegenüber den komplizierten Erscheinungen der Farbenblindheit als Grund ihrer Unhaltbarkeit angegeben wird, manche Tatsachen gegen diese ihre Einfachheit Einsprache zu erheben scheinen, so ist doch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, ihr eine Modifikation auf Grund jener Tatsachen, z. B. der Farbenblindheit zu geben, welche sie allen Widersprüchen entrückt. Es ist aber nicht einmal ein zwingender Grund vorhanden, sie z. B. wegen der totalen Farbenblindheit fallen zu lassen. Wenn man die Hypothese auch noch zu modifizieren sich gezwungen sähe, wäre sie immer noch von der verwickelten Kompliziertheit der anderen, namentlich der Wundt'schen, weit entfernt. Sie hat auch jetzt noch wie zahlreiche Gegner, so auch ihre Anhänger.

A. König, ein Schüler Helmholtz', hat über Monochromatismus Beobachtungen gemacht, die mit jener Theorie nicht stimmen sollen.

„Die Young-Helmholtz'sche Theorie macht bekanntlich die Annahme, daß entsprechend den drei Grundfarben des Spektrums, Rot, Grün, Violett sich in der Netzhaut des menschlichen Auges drei verschiedenartige Fasern finden, so daß die Reizung der einen Art die Empfindung des Rot, Reizung der anderen die des Grün und Reizung der dritten die des Violett bewirkt; die Zwischenfarben aber entstehen nach dieser Theorie durch Erregung je zweier verschiedenen Faserarten und unterscheiden sich noch durch die Stärke oder richtiger gesagt, die Ausdehnung der verschiedenen Fasergruppen; das Weiß schließlich entsteht durch Reizung aller Fasern in ungefähr gleicher Stärke. Wenn nun jemand durch irgend eine Störung zwei Arten der farbenempfindlichen Netzhautteile verliert, so muß er nach der Y.-H.'schen Theorie ein sogen. monochromatisches, d. h. einfarbiges Bild der Außenwelt bekommen, und zwar in einer Farbe, welche einer der Grundempfindungen entspricht. Ist der Monochromatismus angeboren, so

Digitized by Google

besteht überhaupt kein Unterscheidungsvermögen für Farben; wir können von solchem Individuum nicht erfahren, wie es die Welt, ob rot, grün oder sonstwie sieht, weil ihm überhaupt jeder Vergleich fehlt. Ist dagegen der Monochromatismus erworben, so muß der Betroffene aus seiner Erinnerung heraus die Farbe der Außenbilder bestimmen können."

Diese Folgerungen, welche man folgerichtig aus der Y.-H.'schen Theorie ableiten kann, entsprechen nun, wie König an zwei Krankheitsfällen feststellen konnte, der praktischen Beobachtung nicht. In dem einen Falle handelte es sich um einen 54jährigen, bis dahin völlig gesunden Mann, bei dem im Anschluß an einen Schwindelanfall eine eigenartige Sehstörung auftrat.

„Er vermag vorgehaltene Gegenstände nicht richtig zu erkennen; erst wenn er dieselben betastet oder mit dem Geruch's- oder Geschmackssinn geprüft hat, gibt er ihren Namen an. Während er Unterschiede in der Lichtstärke sehr genau anzugeben vermag, ist der Farbensinn in der Weise gestört, daß ihm die Welt in der Farbenskala: Schwarz, Grau, Weiß erscheint, es ist also nicht eine der Y.-H.'schen Grundfarben zurückgeblieben, sondern die Empfindung weiß in ihrer verschiedenen Stärke. Diese Beobachtung gibt einen gewichtigen Einwand gegen jene; sie wird auch noch bestätigt durch einen zweiten Fall, wo jemand nach eingetretener Ablösung der Netzhaut vom Augenhintergrund dieselbe monochromatische Sehstörung zeigte, welche nach Anwachsen der Netzhaut wieder verschwand." [1])

Dagegen schließen Andere aus der Lage der lichtempfindlichen Elemente der Netzhaut auf die Richtigkeit der Y.-H.'schen Theorie.

Die lichtempfindlichen Elemente der Netzhaut sind, wie J. Müller schon vor 40 Jahren nachwies, die Stäbchen und Zapfen im gelben Fleck. Nach einer verbesserten Methode haben neuestens A. König und J. Zumft gefunden, daß die lichtempfindliche Schicht etwas dicker ist als die der Stäbchen und Zapfen. Ihre Dicke beträgt 0,0786 mm, während die letztere nur 0,05—0,06 dick ist. Als besonders interessantes Ergebnis ist aber zu bezeichnen, daß die verschiedenen Farben in verschiedener Tiefe der Schicht empfunden werden, am tiefsten die Farben mit großer, am oberflächlichsten die mit kurzer Wellenlänge.

Dies Ergebnis stimmt nun sehr gut zu der Young-Helmholtzschen Farbentheorie, welche drei verschiedene Grundelemente für Rot, Grün, Violett annimmt, steht dagegen im Widerspruch mit Hering's

1) Humboldt, 1990. S. 350.

Digitized by Google

und Ebbingshaus' Theorie, welche für Rot und Grün einerseits für Blau und Gelb andererseits je eine Sehsubstanz annimmt, und wohl auch mit der von Donders, Wundt und C. L. Franklin, welche allen Farben dieselbe Sehsubstanz zugrunde legen. [1])

2. Aber auch die Hering'sche ist komplizierter als es die Benennung Vierfarbentheorie andeutet; denn wir haben es eigentlich nicht mit vier, sondern mit sechs Grundfarben: Gelb, Blau, Rot, Grün, Weiß, Schwarz zu tun. Doch ist dieser Nachteil gegenüber der ersten Hypothese nicht gar zu hoch anzuschlagen, da, wie auch Wundt bemerkt, nicht bloß die Einfachheit der Hyphothese, sondern die Vollständigkeit in der Erklärung der Tatsachen maßgebend ist. Bedenklicher ist ihre Gleichstellung des Schwarz-Weiß mit den übrigen zwei Farbenpaaren: Gelb-Blau und Rot-Grün. Physikalisch wenigstens ist eine solche Koordination ganz unhaltbar; denn die eigentlichen Farben entsprechen Lichtstrahlen von ganz bestimmter Wellenlänge, reines Schwarz ist aber Mangel an allem Lichte und Weiß Kombination von allen oder doch von zwei Komplementärfarben. Werden die Komplementärfarben richtig gemischt, so entsteht keine Mischfarbe, sondern reines Weiß; durch Mischung von Schwarz und Weiß entsteht aber die graue Mischfarbe. Psychologisch gelten Schwarz und Weiß freilich gerade so für Farben, wie Blau und Gelb; aber der Gegensatz zwischen beiden ist in unserem Bewußtsein doch ein ganz anderer wie etwa zwischen Rot und Grün. Schwarz und Weiß bilden tatsächlich konträre Gegensätze, nicht so die Komplementärfarben. Wir haben uns freilich gewöhnt, auch sie als Gegensätze aufzufassen; weil sie im Farbenkreise einander gegenüberstehen, weil sie durch Kontrast einander heben, weil sie sich gegenseitig gleichsam aufheben, indem sie keine Mischfarbe, sondern reines Weiß erzeugen. Aber wenn wir unser unmittelbares Bewußtsein befragen, so findet dasselbe keinen stärkeren Gegensatz des Rot gegen Grün als gegen Blau. Sodann ist Schwarz und Weiß allen Farben mehr oder weniger beigemischt, nur in den idealen Fällen vollkommenster Sättigung sind die Farben rein, aber die eigentlichen empirischen Farben finden sich nur in den eigentlichen Mischfarben, ihnen ist immer etwas beigemengt. Wohl mag den einfachen Farben eine andere Spektralfarbe vielfach beigemischt sein, und in dem ihre Sättigung störenden Weiß sind ja andere Spektralfarben vertreten; aber dieselben sind eben im Weiß aufgehoben, werden in keiner Weise perzipiert. Aber das Weiß und Schwarz wird da, wo es die Sättigung verhindert, wirklich wahrge-

1) Sitzungsbericht der Berliner Akademie vom 24. Mai 1894. Vergl. „Natur u. Off." 1894. 11. H. S. 695 f.

Digitized by Google

nommen: das nicht gesättigte Blau ist ein Dunkelblau oder Hellblau; in ersterem wird das Schwarz, in letzterem das Weiß mit wahrgenommen. Sodann kann man durch Abschwächung des Weiß allmählich zu Schwarz kommen; nicht so von Gelb zu Blau, von Rot zu Grün. In letzterem Falle haben wir eben qualitative Unterschiede.

Sind diese Eigentümlichkeiten des Schwarz-Weiß zu stark, als daß wir der Hering'schen Koordination derselben mit den Farben beistimmen könnten, so können wir doch nicht alle Einwände Wundts gegen dieselbe für zutreffend erachten. So wenn er die fundamentale Bedeutung, welche Hering den vier Farben Rot, Gelb, Grün, Blau beilegt, nicht anerkennen will, ihre Bevorzugung und besondere Benennung lediglich auf Rechnung des häufigeren Vorkommens derselben in der Natur setzen will. Es ist zum mindesten zweifelhaft, ob gerade diese Farben in der uns umgebenden Welt am stärksten vertreten sind. Die unreinen Farben, also die Mischfarben, sind in der Tat mehr vertreten als die reinen; Braungelb viel häufiger als reines Gelb, verschiedene Nüancen des Rot finden sich am Himmel, auf der Erde, an den Organismen häufiger als das dunkelrote Blut wahrgenommen wird. Unsere Anschauung hat eine so ursprüngliche Vorliebe für jene reinen Farben, daß der Anblick einer Mischfarbe uns nach der reinen Farbe suchen läßt. Dem Gelb sucht Wundt dadurch eine stärkere Verbreitung zu sichern, daß er die Gestirne durch den Kontrast zum blauen Himmel gelb gefärbt erscheinen läßt. Die Sonne werde von den Dichtern mit goldenen Strahlen ausgestattet, während der Mond von ganz gleichem Lichte allgemein als silberweiß gilt. Der Mond hebt sich vom schwarzen Nachthimmel annähernd weiß ab, die Sonne erscheint aber um so goldener d. h. gelber, je tiefer blau der Himmel ist.

Dagegen läßt sich aber bemerken, daß der Mond nicht bloß am dunklen Nachthimmel, sondern auch am blauen Taghimmel einen großen Teil des Jahres sichtbar ist und dann immer weiß erscheint. Ich habe wiederholt eigens darauf meine Aufmerksamkeit gerichtet, um zu finden, ob die Mondscheibe am blauen Himmel irgendwie gelblich erscheine: aber dieselbe weiße Farbe am Tage wie in der Nacht. Und doch ist ja bekannt, daß gerade bei schwachen Lichtstärken die Kontrastinduktion besonders lebhaft wird. Also ist es im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß die goldenen Strahlen des so intensiven Sonnenlichtes durch Kontrast mit dem Blau des Himmels zu erklären sind. Die Astrophysik zählt ja die Sonne zu dem Typus der gelben Sterne; das Gelb der Sonne ist also nicht zu erklären, sondern eher das Weiß des Mondes. Es ist offenbar der blendende Glanz des

Digitized by Google

Goldes, welcher bei jenem Bilde das tertium comparationis bildet; die gelbe Farbe des Sonnenlichtes ist so schwach ausgesprochen, daß sie kaum als nächstliegendes tertium comparationis bei jenem Bilde aufgefaßt werden könnte. Jedenfalls kann das „Gelb" der Sonne nicht eine bevorzugte Verbreitung der gelben Farbe dartun.

Somit glauben wir nicht, die Heringsche Hypothese aus dem Grunde fallen lassen zu müssen, daß sie die vier Farben, welche das allgemeine Bewußtsein vor allen anderen auszeichnet, für Grundfarben erklärt. Dieser Wertschätzung derselben tut es auch keinen Eintrag, daß dieselben nicht beziehungslos neben einander stehen, sondern in eine Stufenreihe geordnet werden können. Oder sollte z. B. aus dem Umstande, daß das Gelb dem Rot näher steht als das Grün oder Blau, das Grün dem Gelb näher als das Blau, mit Fug geschlossen werden können, daß diese vier Farben nicht als ursprüngliche, auf einander unzurückführbare Grundfarben betrachtet werden können?

3. Kommen wir nun zu der Hypothese Wundts selbst. Wie schon bemerkt, ist dieselbe ziemlich kompliziert, was ihr Vertreter selbst anerkennt; doch kann dieser Umstand nur als relativer Nachteil betrachtet werden, der sogar vollständig verschwindet, wenn ohne die mannigfachen Hilfshypothesen die Gesamtheit der Erscheinungen nicht erklärt werden kann. Nun will es aber scheinen, als wenn Wundt auf eine Erscheinung zu großes Gewicht legt und darum unnötigerweise sich die Aufgabe erschwert. Es ist dies die Annäherung des oberen Teils des Spektrums an dessen Anfang. Mit dem Violett geht das Blau wieder zum Rot hinüber; zwischen Violett und Rot liegt das Purpur, womit also der Farbenring vollständig geschlossen ist. Diese Rückkehr des obersten Endes der Farbentafel zu ihrem untersten faßt nun Wundt im Sinne einer periodischen Wiederkehr derselben Farben, analog wie im Tonsystem mit der höheren Oktave die Tonleiter wieder zum Grundton zurückkehrt. Schon früher hat man vielfach das Spektrum mit dem Umfange einer Oktave in Parallele gestellt, wie sich ja vielfache Berührungspunkte zwischen dem Farben- und Tonkontinuum finden, welche sehr geistreich und ausführlich Fechner in seinen „Elementen der Psychophysik" verfolgt. Aber gerade worauf es bei dieser Paralleliserung von Wundt vor allem ankommt, ist zum mindesten sehr zweifelhaft. Sollte das Spektrum eine Periode bilden, so müßte über der bekannten Farbentafel sich noch eine zweite, dritte . . . herstellen lassen, welche jene in irgend einer Weise wiederholten. Der Umfang der höheren, zweit-, dritthöheren Oktave wiederholt periodisch den Umfang der niederen Oktave. Nun aber ist uns von einer Farbenoktave über der bekannten

Digitized by Google

gar nichts bekannt; ja wir können uns eine solche gar nicht vorstellen. Wie soll ein Rot, ein Grün aussehen, das von unserem Grün verschieden, eine höhere Stufe des Rot, Grün darstellt? Verschieden und zwar qualitativ verschieden müssen diese Farbentöne sein, wie ja auch die höhere Oktav von ihrem Grundton verschieden ist. Auch ist es kaum denkbar, daß Schwingungen mit billionenfach größerer Geschwindigkeit, wie sie die ultravioletten Strahlen gegenüber den tieferen Farbentönen besitzen, doch denselben Farbeneindruck wie die weit langsameren Schwingungen machen sollen. Ich will nun freilich die absolute Möglichkeit nicht in Abrede stellen, daß ein geeignet konstruiertes Auge Farben wahrzunehmen imstande wäre, welche den ultravioletten Strahlen entsprechen; scheinen ja doch manche Insekten höhere Töne als das menschliche Ohr und Strahlen von kürzerer Wellenlänge als das unsrige Auge noch wahrzunehmen imstande zu sein; aber welche Farben jenen höchsten Strahlen entsprechen, ist uns völlig unbekannt; am nächsten liegt es aber anzunehmen, wollen wir uns nicht willkürlich von dem uns Bekannten entfernen, daß sie keine anderen als die uns bekannten Farben wahrnehmen und zwar am wahrscheinlichsten das Violett noch weiter hinauf verfolgen als wir, die wir erst durch künstliche Verlangsamung der ultravioletten Strahlen sie als bläuliches Licht sehen.

Doch brauchen wir in die Diskussion solcher problematischen Farben nicht näher einzugehen. Tatsache ist ja, daß das Violett des Spektrums keine neue vom tieferen Rot verschiedene Farbe aufweist, sondern eben dieses Rot, wie es uns gar wohl bekannt ist. Nimmt man unser Blau und unser Rot in richtiger Proportion, so läßt sich das spektrale Violett vollkommen herstellen; dieses weist also nicht auf das Rot einer neuen Periode hin, sondern auf den Anfang unseres Spektrums. Von einer Periodizität der Farbenskala kann also in Wahrheit nicht die Rede sein. Wenn freilich Wundt mit der Periodizität nichts anderes behaupten will, als daß „sich die Prozesse der Farbenerregung als Glieder einer periodischen Reihe von Erregungsprozessen zu erkennen geben, in welcher zu jedem Vorgang nach einem bestimmten Intervall die ihm entgegengesetzten und dann nach einem weiteren Intervall ein ihm gleichender wiederkehrt", oder daß die Periodizität der Farbenerregung näher als eine solche sich darstellt, „die von irgend einem Erregungsprozesse aus stets durch einen gegensätzlichen Prozeß wieder zu ihrem Ausgangspunkte zurückführt", — so haben wir nicht soviel dagegen einzuwenden.

A. Mitzscherling[1]) hat die Farbenkurve genauer experimentell

1) Die Farbenkurve bei Reduktion auf gleiche Helligkeiten. Psychologische Studien von W. Wundt. 1905. 1. Bd. S. 108 ff.

Digitized by Google

zu bestimmen gesucht und gefunden, daß sie nicht kreisförmig sein könne.

„Die Versuche zeigen, daß die Farben längster und kürzester Wellenlänge an Wirksamkeit gegenüber ihren Komplementärfarben gewinnen, falls man sie auf die größere Helligkeit der letzteren bringt... Die Farbenkurve hat also mit andern Worten zum Ausdruck gebracht, daß 1. die relativ weniger gesättigten Farbentöne zugleich die helleren sind, und daß 2. der Quotient von Helligkeit und Farbenkraft, also die Sättigung, bei Intensitätsänderungen erhalten bleibt."

Außerordentlich wirksam ist Purpur, gegenüber dem Grün, zur Herstellung von Grau; 0,958 Grün + 0,042 Purpur = Grau. Die Dunkeladaption macht keinen Unterschied.

Die Farbentafel kann niemals eine dem Kreise sich nähernde Gestalt annehmen.

Eine genau zutreffende alle Verhältnisse berücksichtigende Farbentafel wird wohl kaum zu finden sein. K. Zindler[1]) bezeichnet die Bedingungen, welche erfüllt sein müssen.

Bei Abbildung des Farbenkontinuums muß a) einer stetigen Reihe von Farben auch eine stetige Reihe von Örtern entsprechen; b) wenn zwischen zwei Farbenpaaren die Distanzen als gleich beurteilt werden, müssen auch die Distanzen zwischen den entsprechenden Bildpaaren gleich sein; c) solche Reihen von Farben, bei denen wir finden, daß der Übergang in derselben Richtung stattfinde, müssen durch Punkte derselben Geraden abgebildet werden. Die Maxwell'schen Farbentafel fußt auf dem experimentell festgestellten Prinzip: „Zwischen je vier beliebigen Farben besteht eine Farbengleichung, d. h. man kann entweder 1. drei von den Farben in solchen Verhältnissen mischen, daß die vierte herauskommt, oder 2. bei einer beliebigen Mischung von zwei Farben eine passend zu bestimmende Mischung der zwei anderen gleichmachen." Andere wurden von Newton, Meyer, Hering, Helmholtz usw. aufgestellt.

Doch ist es nicht Aufgabe dieser Zeilen, die geistreichen Ansichten von Physiologen und Psychologen über die Natur des Farbenspektrums einer bemängelnden Kritik zu unterziehen, sondern in erster Linie ist es unser Zweck, unsere Leser damit in Kürze bekannt zu machen und sodann denselben einigermaßen ein Urteil darüber zu ermöglichen, in wie weit eine der angeführten Theorien auf absolute Geltung Anspruch machen kann. Schon die Darlegung derselben wird sie weit

1) Über die räumliche Abbildung des Kontinuums der Farbenempfindung und seine mathematische Behandlung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1891. 20. Bd. S. 225 ff.

Digitized by Google

mehr als unsere angefügten Bemerkungen in der Überzeugung befestigt haben, daß man es, wie wir im Eingange behaupteten, bis jetzt nur noch mit Hypothesen zu tun hat.

Eine eingehendere Kritik dieser drei Grundrichtungen liefern die zahlreichen Vertreter der experimentellen Psychologie selbst, von denen sich die einen mehr an diese, die andere mehr an die andere Richtung anlehnen und damit die entgegenstehende durch ihre Experimente zu widerlegen suchen. Wir wollen im Folgenden die hauptsächlichsten Stimmführer zu Wort kommen lassen. Zunächst J. v. Kries, weil dessen Farbentheorie in unmittelbarster Beziehung steht zu der schon oben erörterten Stäbchentheorie. Das Besondere seiner neuen Theorie geht eigentlich nicht auf die Farbenwahrnehmung selbst, sondern auf den farbenperzipierenden Apparat, den er vom Lichtapparat streng scheidet. Zur Hering'schen Farbentheorie tritt sie damit allerdings in einen gewissen Gegensatz, welche den Schwarz-Weißprozeß dem Farbenprozeß koordiniert.

In anderer Beziehung stimmt sie mit Hering auffallend überein, indem J. v. Kries z. B. mit Hering ein Vorwiegen der schwarz-weißen Sehsubstanz annimmt, und den Unterschied zwischen normalen und anormalen Trichromaten nicht in der Pigmentierung der Macula lutea sondern in der Beschaffenheit der Sehsubstanzen selbst findet.[1]) Dagegen verteidigt er in einem eigenen Aufsatze: „Kritische Bemerkungen zur Farbentheorie"[2]) seine Stäbchentheorie gegen Hering und bemerkt, daß Hering und seine Schule selbst „den Satz von der Konstanz der optischen Übungen hat fallen lassen".

Er hat sehr sorgfältige Beobachtungen über totale und partielle Farbenblindheit angestellt, welche für die Erklärung der Farbenwahrnehmung von so hoher Bedeutung ist. Er berichtet darüber:

„Wir haben das trichromatische System, welches in den Hellgleichungen der überwiegenden Mehrzahl von Farbentüchtigen dargestellt ist, und zwei typisch verschiedene, aus ihm als Reduktionsformen abzuleitende dichromatische Systeme, durch die Hellgleichungen der einen und der anderen Art der partiell Farbenblinden repräsentiert; wir haben daneben und ohne eine erkennbare Beziehung zu jenen das monochromatische der angeborenen totalen Farbenblindheit, welches identisch ist mit demjenigen, welches auch Di- und Trichromaten beim Dämmerungssehen zeigen."

Daraus folgt: „daß es zwei unabhängige, durch keine erkenn-

1) Zeitschr. f. Psych. und Phys. 1898. S. 63: „Über die normalen trichromatischen Farbensysteme."

2) A. a. O. 2. u. 3. Heft, S. 214.

Digitized by Google

bare Beziehung einander gleichende Apparate gibt, nämlich erstens den in den Hellgleichungen des Trichromaten zur Geltung kommenden, durch dessen Reduktion wir uns die entsprechenden Apparate des Protanopen (Rotblinden) und des Deuteranopen (Grünblinden) gebildet denken können, und zweitens denjenigen, welcher beim „Dämmerungssehen" der Di- und Trichrometen funktioniert, und der beim Totalfarbenblinden allein vorhanden ist.

„Diese Vorstellung ist aber genau dieselbe, zu der wir auf Grund anderer Tatsachen ebenfalls gelangt waren, und die ihren Ausdruck in der Hypothese über die Funktion der Stäbchen gefunden hat. Man darf sagen, daß das Auftreten des farbenempfindlichen Apparates in drei verschiedenen deutlich unter einander zusammenhängenden Formen (normales trichromatisches, protanopisches und deuteranopisches Farbensystem), wobei der dem Dämmerungssehen dienende in allemal gleicher Weise nebenhergeht, die Unabhängigkeit jenes farbenempfindlichen Apparates in ebenso deutlicher Weise dartut, wie andererseits die totale Farbenblindheit die Isolierung des anderen darstellt . . . Eine weitere nicht unwichtige Stütze gewähren der Theorie die neueren Ermittlungen hauptsächlich durch die Feststellung, daß die Gleichungen der total Farbblinden nicht in erheblichem Maße von Lichtstärke und Adaption abhängen. In der Tat konnte man, so lange dies nicht feststand, ja wohl allenfalls daran denken, daß die Änderungen, welche z. B. die Gleichungen des Grünblinden erfahren, wenn wir vom Dämmerungssehen zu hohen Lichtstärken und Helladaption übergehen, auf irgend einer dabei stattfindenden Modifikation des Sehapparates beruhen. Nachdem wir wissen, daß für den total Farbenblinden, dessen Dämmerungssehen ganz das gleiche ist, nichts derartiges stattfindet, werden wir uns noch zwingender zu der schon bevorzugten Annahme gedrängt sehen, daß bei den Hellgleichungen ein anderer Apparat, ein anderer Bestandteil des Sehorgans, ins Spiel kommt."[1])

G. E. Müller[2]) ist ein Anhänger der Hering'schen Theorie, die er aber mannigfach modifiziert.

„Es lassen sich die farbigen, d. h. nicht zu der schwarz-weißen Empfindungsreihe selbst gehörigen Bestandteile der Qualitätenreihen, welche von den schwarz-weißen Empfindungen aus zu den Empfindungen der gesättigtsten Farbentöne hinführen, auch in der Weise anordnen, daß man sie zu Qualitätenreihen zusammenfügt, deren jeder ein be-

1) Zeitschr. f. Psychol. u. Phys. d. Sinnesorgane. 13. Bd. S. 241 ff. „Über Farbensysteme."

2) Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1896. 10. Bd. S. 1.

Digitized by Google

stimmter, konstanter Weißlichkeitsgrad und Schwärzlichkeitsgrad eigentümlich ist. Und alle die Qualitätenreihen, die man bei dieser letzteren Anordnungsweise erhält, sind entweder Reihen rotgelber oder gelbgrüner oder grünblauer oder blauroter Empfindungen von konstantem Weißlichkeits- und Schwärzlichkeitsgrade. Da nun die farbigen und farblosen Bestandteile der Qualitätenreihe, welche von den schwarzweißen Empfindungen zu den Empfindungen der gesättigtsten Farbentöne hinführen, die Gesamtheit aller unserer Gesichtsempfindungen darstellen, so kommen wir mithin auf Grund des Satzes, daß jede psychische Qualitätenreihe des Gesichtssinnes auf zwei hinsichtlich ihrer Intensitäten variabele chemische Netzhautprozesse zurückzuführen ist, zu dem wichtigen Resultate, daß der Gesamtheit unserer Gesichtsempfindungen sechs Netzhautprozesse zugrunde liegen, die wir kurz als den Weiß-, Schwarz-, Rot-, Gelb-, Grün- und Blauprozeß zu bezeichnen haben, weil ihnen in dem Falle, daß jeder ihnen ganz allein und ohne Mitwirkung endogener Erregungsursachen für den Zustand der Sehsubstanz der Großhirnrinde maßgebend wäre, eine reine Weiß-, Schwarz-, Rot-, Gelb-, Grün- und Blauempfindung in unserem Bewußtsein entsprechen würde."

Um die Tatsache zu erklären, daß rotgrüne und gelbblaue Farbenempfindungen nie vorkommen, sondern dafür eine Weißempfindung auftritt, während rotgelbe, gelbgrüne, grünblaue und blaurote Empfindungen in mannigfaltigen Abstufungen auftreten, gibt es zwei Theorien: Der Antagonismus der Netzhautprozesse, welchen der Vf. vertritt, und die Komponententheorie des Weißprozesses, „nach welcher eine durch gemischtes Licht hervorgerufene Weißempfindung nicht auf gegenseitiger Hemmung (Antagonismus) chromatischer Valenzen der Partiallichter, sondern vielmehr darauf beruht, daß die chromatischen Valenzen der Partiallichter, die einer besonderen Weißvalenz überhaupt entbehren, irgendwie zu wirklicher Tätigkeit und positiver Zusammenwirkung gelangen".

Seine Annahme von antagonistischen Valenzen im Netzhautprozesse erklärt der Vf. genauer so: „Jedes farbige Licht besitzt neben seiner chromatischen Valenz oder seinen beiden chromatischen Valenzen noch eine Weißvalenz. Nun sind der Rotprozeß und der Grünprozeß und ebenso auch der Gelbprozeß und der Blauprozeß Vorgänge, die in einem Verhältnisse gewissen Gegensatzes zu einander stehen, sodaß ein mit einer Rotvalenz oder Gelbvalenz begabter Reiz als solcher in entgegengesetzter Richtung wirkt, wie ein mit einer Grünvalenz bezw. Blauvalenz begabter Reiz. Wirkt also rotes und grünes Licht gleichzeitig auf dieselbe Netzhautstelle, so wirken sich beide Lichtreize, inso-

Digitized by Google

fern als der eine Rotvalenz, der andere Grünvalenz besitzt, entgegen. Hingegen verstärken sie sich gegenseitig in ihren Wirkungen insofern, als sie beide Weißvalenz besitzen. Demgemäß müssen sie je nach ihrem Intensitätsverhältnisse neben einem relativ verstärkten Weißprozesse entweder nur einen Rotprozeß oder nur einen Grünprozeß hervorrufen, oder, falls sich die beiden antagonistischen Prozesse gerade aufheben überhaupt nur einen Weißprozeß zur Folge haben. Entsprechendes gilt von dem gleichzeitigen Einwirken gelben und blauen Lichtes."

Gegen die Komponententheorie führt der Verf. folgende Gründe an: „Die Komponententheorie ist unverträglich mit dem Satze, daß die subjektive Gleichheit zweier Lichter von dem Ermüdungszustande des Sehorgans unabhängig ist." Dieselbe „wird dem Eintreten und Verhalten des Weißprozesses bei Farbenblindheit, insbesondere den beiden Heß'schen Sätzen nicht gerecht." „Der erstere dieser beiden Sätze besagt, daß eine Farbengleichung, welche für die innerste extramakulare Netzhautzone hergestellt worden ist, auf allen übrigen extramakularen, farbentüchtigen und farbenblinden Netzhautzonen bestehen bleibt. Der zweite Heß'sche Satz lautet (in der Ausdrucksweise der Hering'schen Theorie) dahin, daß die Weißvalenzen der farbigen Lichter für die farbentüchtigen extramakularen Netzhautstellen ganz dieselben Werte besitzen wie für die farbenschwachen und farbenblinden Netzhautstellen."

Hingegen: „Die Annahme antagonistischer Valenzen findet eine Stütze in dem Eintreten der negativen Nachbilder, sowie in dem Bestehen der Regel, daß mit einer Schädigung der Rot- oder Gelberregbarkeit eine entsprechende Schädigung der Grün- bezw. Blauerregbarkeit verbunden ist, und umgekehrt."

Der Verf. führt dann für seine Theorie „Beispiele entgegengesetzter photochemischer Wirkungen verschiedener Lichtarten" an. So läßt sich im allgemeinen sagen, daß das rote Licht auf metallische Verbindungen meistens oxydierend, das violette Licht hingegen meistens reduzierend wirkt. In anbetracht nun des Umstandes, daß im Prinzip jede chemische Reaktion umkehrbar ist, faßt Müller „den Antagonismus, der zwischen je zwei der retinalen Grundprozesse besteht, als den Gegensatz auf, der zwischen zwei chemischen Reaktionen besteht, von denen die eine die Umkehrung der andern ist."

Der Sehpurpur ist dem Verf. „nicht ein Sehstoff, sondern ein solcher Stoff (Adaptionsstoff), welcher der Adaption des Auges dient, indem er den Quellungsgrad der Außenglieder der Stäbchen von der Stärke und Dauer der Beleuchtung abhängig macht." [1])

1) A. a. O. S. 321 ff.

Digitized by Google

Die besondere Funktionsweise der Stäbchen erklärt er folgendermaßen:

„1. Die Stäbchen stellen in der Tat einen Dunkelapparat d. h. einen Apparat dar, welcher zur Wahrnehmung im Dunklen weit besser befähigt ist, als der Zapfenapparat, und zwar vollführen sie diese Vorrichtung mittels des Sehpurpurs. 2. Der Sehpurpur erfüllt seine Funktion als Adaptionsstoff dadurch, daß er als optischer Sensibilator für die Erweckung des Weißprozesses dient und außerdem noch das Volumen der Stäbchenaußenglieder beeinflußt. 3. Die eigentlichen Sehstoffe, welche den Weiß- und Schwarzprozessen zugrunde liegen (das N-, W- und S-Material), sind in den Zapfen und Stäbchen dieselben. Demgemäß sind auch die W- und S-Prozesse in beiden Arten von Gebilden von ganz gleicher Qualität. 4. Die Stäbchen dienen nicht ausschließlich der Wahrnehmung im Dunkeln, sondern unterstützen auch die Wahrnehmungen des Hellauges."

„Über die beiden Typen der Gelbblausichtigen" äußert er sich: „Hiernach kommen alle nur mittelbaren Gelb- und Blauvalenzen für den Rotgrünblinden in Wegfall, während sie für den Grünrotblinden noch bestehen." „Es gilt also ganz allgemein der Satz, daß den beiden Seiten einer von einem Farbentüchtigen hergestellten Farbengleichung gleiche unmittelbare und gleiche mittelbare Valenzen entsprechen."

„Wir haben . . . von einer Annahme Gebrauch gemacht, nach welcher auch solche Netzhautprozesse, die nicht antagonistischer Natur sind, in einer gewissen Wechselbeziehung zu einander stehen." [1])

Eine Bestätigung seiner Theorie findet G. E. Müller in der Wirkung des galvanischen Stromes auf die Netzhaut.[2])

Mit der Theorie der antagonistischen Netzhautprozesse bei der Farbenwahrnehmung hängt zusammen, daß entgegengesetzt gerichtete galvanische Ströme Gegenfarben hervorrufen. M. fand teils in Einklang mit früheren Forschungen teils neu folgendes:

„1. Der aufsteigende Strom (von der Nervenfaserschicht nach der Stäbchenzapfenschicht) wirkt auf den Weiß-Schwarz-Sinn im Sinne einer Verstärkung der Weißerregung und einer Schwächung der Schwarzerregung. Umgekehrt wirkt der absteigende Strom. 2. Die Farbe der galvanischen Gesichtsempfindung ist bei aufsteigendem Strome ein nach dem Rot hinneigendes Blau (Violett, Blauviolett), bei absteigendem Strome

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 11. Bd. S. 161 ff.

2) A. a. O. „Über die galvanischen Gesichtsempfindungen." 14. Bd. S. 529 ff.

Digitized by Google

ein nach dem Grün hinneigendes Gelb. Es kann also ganz allgemein der Satz aufgestellt werden: Die den beiden Stromrichtungen entsprechenden Empfindungen sind Empfindungen von Gegenfarben."

Es ist also die seit Brenner herrschende Ansicht, daß hinsichtlich der Färbung der galvanischen Gesichtsempfindungen eine allgemeine Regel nicht bestehe, unhaltbar. „Diejenigen Teile der Zapfen (Stäbchen), auf welche das Licht direkt erregend wirkt, sind zugleich auch die Angriffspunkte der Wirksamkeit des elektrischen Stromes". „Die Empfindung, welche bei schneller Schließung eines Stromes zunächst eintritt, besitzt tatsächlich zwar eine höhere Intensität, aber sonst wesentlich denselben Charakter, wie die Empfindung, welche hinterher bei Geschlossenbleiben des (nicht zu schwachen) Stromes vorhanden ist". „Durch Dunkeladaption wird die Wirkung des elektrischen Stromes auf das Sehorgan nicht merkbar beeinflußt".

Auf dem ersten Kongreß für Experimentelle Psychologie in Gießen 1904 modifizierte G. E. Müller in seinem Vortrage „Über Gegenfarbe und Farbenblindheit" die Hering'sche Theorie dahin, daß er die Farbenprozesse in der Netzhaut und in der Nervenleitung scharf scheidet, und für jede Netzhauterregung einen mehrfachen inneren Reizwert annimmt. Durch die Reizung des Auges mit dem galvanischen Strome lasse sich diese Annahme wahrscheinlich machen. Nur mit dieser Modifikation erkläre die Gegenfarbentheorie die verschiedenen Systeme normaler Farbenempfindlichkeit, die Systeme mit abnormer Absorption, die Alterations- und Ausfallssysteme und die der kombinierten Reizungen.[1])

In ähnlichem Sinne spricht sich Ebbinghaus[2]) aus:

„Das normale Farbensehen wird vermittelt durch die lichtempfindlichen Substanzen in den äußersten Schichten der Retina, von verschiedener Verbreitung, verschiedener Absorptionsfähigkeit für Licht und verschiedener Zersetzlichkeit. Die eine von diesen, die Weißsubstanz, ist über die ganze Netzhaut verbreitet und zugleich am lichtempfindlichsten. Sie absorbiert die Lichtstrahlen fast des ganzen sichtbaren Spektrums, vorwiegend diejenigen mittlerer Wellenlänge. Das von ihr absorbierte Licht dient dazu sie zu zersetzen." „Das Resultat dieser Reizung manifestiert sich unserem Bewußtsein als Empfindung der Helligkeit (Weiß oder Grau)."

„Eine zweite Substanz ist in den Außengliedern der sog. Sehzellen (Stäbchen und Zapfen) enthalten ... diese Substanz ist identisch mit dem

1) Dazu bemerkt Wirth im Literaturberichte des „Archivs f. die ges. Psychologie", daß damit eigentlich eine Achtfarbentheorie aufgestellt werde.

2) Theorie des Farbensehens. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1893. 5. Bd. S. 145.

Digitized by Google

Sehpurpur... und zwar existiert sie in einer roteren und violetteren Modifikation. Die Wirkungen der Zersetzungen derselben auf das Sehorgan manifestieren sich für das Bewußtsein in doppelter Weise. Zunächst wird durch Zersetzung des Sehpurpurs und des Sehgelbes auch hier die Helligkeitsempfindung vermittelt. Sodann aber eine Tönung ins Gelbe durch Zersetzung des Sehpurpurs und des Sehgelbes ins Blaue." „Eine dritte Substanz (Rotgrünsubstanz) ist beim Menschen bloß in den Außengliedern der Zapfen vorhanden. Die Zersetzung der ursprünglichen (grünen) Substanz empfinden wir als Rot, die ihres roten Zwischenproduktes als grün."

Den gewöhnlichen Farbenblinden fehlt die dritte letztere Substanz. Die bei ihnen beobachtete Verschiedenheit von sogen. Rotblindheit und Grünblindheit beruht auf dem Vorkommen des Sehpurpurs in zwei Modifikationen. „Die Stellen, an denen die beiden Gruppen der Farbenblinden in dem Spektrum des Sonneslichtes das hellste Gelb sehen, stimmen sehr annähernd überein mit den Stellen, an denen die beiden Modifikationen des Sehpurpurs die Lichtstrahlen am stärksten absorbieren, und weiter, die Stelle, an der beide Gruppen von Farbenblinden das hellste Blau sehen, fällt wieder sehr annähernd zusammen mit der Stelle, an der das Sehgelb sein Absorptionsmaximum hat." „Bei totaler Farbenblindheit fehlen entweder die beiden chromatischen Substanzen gänzlich, oder es werden die von ihnen herrührenden chromatischen Rhythmen durch zentralwärts bestehende Störungen gänzlich aufgehoben, während die Fortleitung des bloßen Erregungsquantums noch möglich ist."

Über „Die Farbenempfindung im indirekten Sehen" führt A. Kirschmann,[1]) aus:

„Die Wahrnehmungsbezirke für Rot und Grün, resp. Purpur und Grün im indirekten Sehen fallen ebensowenig zusammen, wie diejenigen für Blau und Gelb. Dies spricht entschieden gegen die Hering'sche Hypothese. Die Tatsache aber, daß Blau den größten, Violett den kleinsten Empfindungskreis besitzt, während die Grenzen der Rot- resp. der Purpurwahrnehmung sich zwischen denjenigen der Farben Blau und Violett bewegen, läßt sich weder mit der Hering'schen noch mit der Helmholtz'schen Theorie in Einklang bringen." „Die Farbenempfindung des indirekten Sehens ist in gewissem Grade von der Größe der farbigen Flächen abhängig."

„Vom Standpunkt der Wundt'schen Stufentheorie, wonach der stetigen Mannigfaltigkeit der Farbenempfindungen ein in sehr

1) Phil. Stud. 1893. S. 592.

Digitized by Google

kleinen Stufen variabler chemischer Prozeß in einem eine sehr komplexe Verbindung darstellenden Stoffe parallel geht, läßt sich die totale und partielle Farbenblindheit als eine mangelhafte Differenzierung der chromatischen Empfindungsreihe ansehen, der physisch eine abweichende Beschaffenheit der Sehsubstanz entspricht. Die von Ort und Ausdehnung im Sehfelde abhängige Modifikation der Farbenempfindung im indirekten Sehen dagegen ist wahrscheinlich nur der Ausdruck einer Funktionsänderung der peripherischen Netzhaut." „Zwischen der partiellen Farbenblindheit und der Farbenempfindung im indirekten Sehen besteht nur eine ganz oberflächliche Ähnlichkeit."

An Herrn Professor A. wurde von A. Kirschmann[1]) der seltene Fall einer monokularen partiellen Farbenblindheit beobachtet, der dadurch noch an Bedeutung gewinnt, daß im Farbensystem Violett, Grün und Gelb und ihre Übergänge zu den andern Farben ganz fehlen: ein ganz einziger Fall; denn nur teilweise stimmt er mit dem Falle Holmgren von einseitiger Violettgelbblindheit überein. Diese Tatsache kann weder die Helmholtz'sche noch die Hering'sche Theorie erklären. Nach ersterer könnten die zwischen Blau und Rot liegenden Übergänge nicht fehlen, auch könnte das farbenblinde Auge kein farbloses Licht sehen, jedenfalls müßte die Intensität des Weiß geringer sein, da die eine der drei Grundkomponenten fehlt; das Gegenteil wurde aber beobachtet: Das farbenblinde Auge sieht alles heller als das normale. — Hering kann das Fehlen eines Farbenpaares und die dadurch bedingte Verschiebung des Spektrums nicht erklären.

Zwischen der Helmholtz'schen und Hering'schen Hypothese gleichsam in der Mitte steht die von Chr. Ladd-Franklin.[2])

Wie Helmholtz nimmt dieser Psychologe drei Grundempfindungen an. „Die Weißempfindung aber erklärt er nicht als eine Mischung von Farbenempfindungen, sondern (wie Hering) durch einen selbständigen Prozeß verursacht, der jedoch auch entsteht, sobald die farbigen Prozesse in gleicher Menge vorhanden sind." Von der Hering'schen Theorie ist diese besonders dadurch verschieden, daß die Grundfarbenprozesse sich zu Weiß zusammensetzen, statt sich aufzuheben. Der Verfasser unterscheidet in der Netzhaut „Graumoleküle" und „Farbenmoleküle" und erklärt deren chemische Verbindungen stereochemisch.

---

1) Beiträge zur Farbenblindheit. Phil. Stud. 8. Bd. 1892. S. 592 ff.

2) Eine neue Theorie der Lichtempfindung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1892. 4. Bd. S. 211.

Digitized by Google

Eine etwas andere Mittelstellung nehmen A. König und K. Dieterici zu Helmholtz und Hering ein.[1])

„1. Die beiden bisher genauer untersuchten Typen dichromatischer Farbensysteme kann man aus den normalen trichromatischen Systemen in derart entstanden denken, daß bei dem einen Typus die Grundempfindung ‚Rot', bei dem andern die Grundempfindung ‚Grün' fehlt." Beide Grundempfindungen sind aber nicht genau identisch mit dem Hering'schen ‚Ur-Rot' und ‚Ur-Grün', diese beiden sind etwas bläulicher. „2. Von den drei Grundempfindungen (Rot, Grün, Blau) der anormalen Trichromaten können zwei mit denen der normalen Trichromaten identisch sein. Die dritte Grundempfindung ist nicht nur in ihrer spektralen Verteilung in beiden Gruppen zweifellos verschieden, sondern es kann auch keine durch eine homogene lineare Gleichung darstellbare Beziehung bestehen.

Eine von allen bisherigen prinzipiell verschiedene Farbentheorie hat Oppolzer aufgestellt, die wir nur der Kuriosität halber anführen.

Nach E. v. Oppolzer ist die Elementarempfindung, welche durch Reizung einer Optikusfaser ausgelöst wird, nicht farbig, sondern weiß. Wie die Klangfarbe des Tones durch Kombination einfacher Tonempfindungen entsteht, so die Farbe durch Kombination der farblosen Elementarempfindungen. Dreierlei Elementarempfindungen reichten hin für alle Farben; gegen ihn könnten die Schwierigkeiten der Young-Helmholtzschen Dreifarbentheorie nicht geltend gemacht werden.[2])

Zur Theorie der eindimensionalen Gesichtsempfindungen oder des total farbenblinden Systems bemerkt er: Die normale Gesichtsempfindung ist dreidimensional: Helligkeit, Farbenton, Sättigung; die des Farbenblinden eindimensional, sie geht nur auf Helligkeit. „Das Purkinje'sche Phänomen, das aussagt, daß sich die Helligkeit zweier heterogener Lichter bei prozentuell gleicher Veränderung der Intensität ändert, kann unter den zugrunde gelegten Voraussetzungen im total farbenblinden System nicht bestehen, weil hier Helligkeitsgleichungen Lichtgleichungen sind."[3])

Manche Physiologen behaupten, die Helligkeiten der Farben könnten nicht sicher miteinander verglichen werden.

---

1) Die Grundempfindungen und ihre Intensitätsverteilung im Spektrum. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1892. 4. Bd. S. 241.

2) Grundzüge einer Farbentheorie. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1902. 29. Bd. S. 153 ff.

3) S. 321.

Digitized by Google

Dagegen fand Gruber: „Eine exakte Vergleichung von Farben inbezug auf ihre Helligkeit ist möglich, und zwar scheint bei gehöriger Übung des Beobachters und Einhaltung exakter psychophysischer Maßmethoden die Genauigkeit und Sicherheit bei Vergleichung einer farblosen und einer farbigen oder zweier verschiedenartigen Scheiben nicht bedeutend geringer zu sein, als bei der Vergleichung zweier gleichfarbigen Scheiben. Die mittleren Variationen der Einstellungen geben ein gewisses Maß der Übungs- und Ermüdungseinflüsse.“[1]) Der Kontrast erschwert die Beurteilung, macht sie aber auch nicht unmöglich.

Gruber führt auch Helmholtz als solchen an, der die Helligkeitsbeurteilung der Farben bezweifelt. Das trifft jedenfalls nicht im strengen Sinne zu, denn Helmholtz hat sogar eine mathematische Formel dafür aufgestellt.[2])

Nachdem Fechner eine Formel für die Intensität der Empfindungen bei Farben von gleicher Qualität gefunden, fand Helmholtz eine solche, welche versucht, den Grad der Deutlichkeit zweier Farben anzugeben, welche sich gleichzeitig in Helligkeit und in der Qualität unterscheiden.

Dieselbe lautet: $dE^2 = \left(\frac{dx}{a+x}\right)^2 + \left(\frac{dy}{b+y}\right)^2 + \left(\frac{dz}{c+z}\right)^2 \ldots$,

worin x, y, z Quanta dreier Urfarben, aus denen die eine Farbe gemischt ist, und (x + dx), (y + dy), (z + dz) die Komponenten der anderen Farbe bezeichnen. Ein Vergleich der Formel mit den Beobachtungen ergibt: „Es fügt sich also das ganze Gebiet dieser scheinbar unregelmäßigen Erscheinungen leicht unter die erweiterte Formulierung des Fechner'schen Gesetzes.“

Auf Grund der verschiedenen Helligkeit der Spektralfarben erklärt M Levy[3]) die Farbenblindheit und ihre Modifikationen.

„Es kann als festgestellt gelten, daß das Sehen mit entsprechend dunkeladaptiertem Auge an einen Faktor oder Bestandteil geknüpft ist, der in allen darauf untersuchten Farbensystemen in gleicher Weise vertreten sein muß, und befähigt ist, isoliert von den die farbigen Empfindungen bestimmenden Bestandteilen in Wirksamkeit zu treten; mit anderen Worten: die Helligkeitsverteilung, in der das ‚Dunkel-

1) Phil. Stud. 1894. S. 429. „Experimentelle Untersuchungen über die Helligkeit der Farben.“

2) Kürzeste Linien im Farbensystem. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 3. Bd. S. 108. Vergl. auch 2. Bd. S. 1: „Versuch einer erweiterten Anwendung des Fechner'schen Gesetzes im Farbensystem.“

3) Über die Helligkeitsverteilung im Spektrum für das helladaptierte Auge Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1904. 36. Bd. S. 74.

Digitized by Google

auge' die verschiedenartigen ‚farbigen' Strahlungen wahrnimmt, ist unabhängig von der Art seiner farbigen Empfindungen."

„Die tatsächlichen Helligkeitsverhältnisse, sowie sie für die nur farblos sehende helladaptierte Netzhautzone von Kries gefunden wurden, unterscheiden sich prinzipiell von den für das Dunkelauge geltenden in doppelter Hinsicht: 1° stellen sich die ‚Peripheriewerte', für den Farbentüchtigen als eine durchaus andere Funktion der Wellenlänge dar, wie die ‚Dämmerungswerte' für denselben Beobachter. 2° besteht im Hellauge hinsichtlich der relativen Helligkeitswerte der Lichter keineswegs jene Übereinstimmung der verschiedenen Farbensysteme, deren Vorhandensein uns eben nötigte, im Sehen des Dunkelauges das Wirken eines von den farbigen Empfindungen unabhängigen Faktors zu erblicken."

„Hinsichtlich der Helligkeitsverteilung im Spektrum stimmt der protanoptische Typus der Dichromaten mit dem zweiten Typus der anomalen Trichromaten (mit starker Erregbarkeit für langwellige Lichter) überein."

Also „Zwei hinsichtlich des Aufbaues ihrer Farbensysteme prinzipiell verschiedene Beobachter, ein Dichromat und Trichromat, weichen in der Beurteilung der Helligkeiten spektraler Lichter in gleichem Sinne ab von normalen und sogenannten grünblinden Beobachtern, stimmen aber unter einander im wesentlichen überein. Es folgt daraus im Sinne der Komponententheorien ganz allgemein, daß die die Helligkeit (im Hellauge) bestimmenden Komponenten in beiden Systemen dieselben und von gleicher Art sein müssen." Daraus folgt also (nach Young-Helmholtz'scher Theorie), „daß die Anomalie des trichromatischen Systems nicht die Grünkomponente betreffe". „In beiden Systemen wird die Verteilung der Peripheriewerte, der Flimmerwerte (die auch für die helladaptierte Netzhautmitte ein zutreffendes Bild von der Helligkeit geben) und der scheinbaren Helligkeiten der Farben innerhalb der angegebenen Grenzen bei Helladaption lediglich durch das Maß bestimmt, in welchem die jeweilige Strahlung die Grünkomponente affiziert."

H. Piper[1]) beschreibt einen Fall von Farbenblindheit, von dem er behauptet, er lasse sich nur durch Aufgeben der spezifischen Helligkeit der Farben mit der Hering'schen Theorie in Einklang bringen.

Der Farbenkontrast.

Die Kontrasterscheinungen spielen zwar auf allen Sinnesgebieten und selbst in der geistigen Sphäre eine wichtige Rolle, aber

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 38. Bd. S. 188.

Digitized by Google

auf dem Gebiete der Farben sind sie ganz besonders Gegenstand die Untersuchung, der Experimente und der Diskussion geworden.

Die Untersuchungen Bruno Schmerlers „über den Farbenkontrast vermittelst rotierender Scheiben" sind besonders darum geeignet, die Kontrastfrage einer Lösung näher zu führen, als sie nicht bloß qualitative, sondern auch quantitative Bestimmungen zu ermitteln erlaubten. Dadurch nämlich, daß er der induzierenden wie der induzierten [1]) Farbenscheibe weiße oder schwarze Sektoren von größerer oder geringerer Breite in größerer oder geringererer Anzahl einfügte, konnte er nicht nur bestimmen, welche Sättigung und Helligkeit der Kontrastinduktion am günstigsten ist, sondern auch den Grad der Sättigung und Helligkeit bei dem Maximum und Minimum der Kontrastwirkung ermitteln.

Er glaubt auf diesem Wege sowohl die exklusiv psychologische Deutung des Kontrastes von Helmholtz, wie die extrem physiologische von Hering widerlegt zu haben. Nach Helmholtz beruht die Kontrastwirkung auf Urteilstäuschung; ein Gegensatz hebt den anderen in unserer Auffassung, darum sehen wir eine graue Fläche neben einer farbigen in ihrer Komplementärfarbe, die zu jener den stärksten Gegensatz von allen Nüancen des Spektrums zeigt.

Damit ist aber nicht vereinbar, was die Schmerler'schen Versuche dartun, daß bei mäßig gesättigten Farben, d. h. bei Beimischung von Weiß zu der reinen Farbe, die Kontrastwirkung stärker hervortritt als bei gesättigten Farben. Mit der Zunahme der Sättigung wird die Kontrastfärbung immer dunkler und undeutlicher. Wäre aber rein der Gegensatz maßgebend, so müßten sich, da gesättigte Farben einen stärkeren Gegensatz als weißliche Farbentöne haben, jene mehr als diese induzieren. Ferner müßte nach Helmholtz der Kontrast um so stärker hervortreten, wenn das zu induzierende Feld rein weiß wäre, denn hier müßte die komplementäre Farbe um so deutlicher hervortreten; nun muß diese Fläche aber in demselben Maße verdunkelt (grau) werden, als die Sättigung der induzierenden zunimmt.

Nicht weniger wird die rein physiologische Erklärung des Kontrastes durch die Schmerler'schen Versuche widerlegt. Nach Hering entsteht die Kontrastwirkung dadurch, daß durch die Reizung einer Netzhautstelle die Umgebung der Netzhaut für denselben Reiz unempfindlicher wird. Der graue Streifen erscheint uns auf weißem Grunde dunkler als auf schwarzem, weil die Erregbarkeit der entsprechenden Netzhaut durch gleichzeitige starke Beleuchtung ihrer Umgebung herabgesetzt werde.

1) Die induzierte Farbe ist die, welche durch den Kontrast hervortritt.

Digitized by Google

Diese Auffassung wird durch die Resultate der Versuche nicht bestätigt: denn nach ihr müßte die Kontrastwirkung um so stärker sein, je intensiver die induzierende Farbe ist; dies stimmt aber nicht zu den gefundenen Tatsachen. Weiter erklärt diese Hypothese nicht, daß mit Zunahme der Sättigung der induzierenden Farbe das Kontrastfeld dunkler gewählt werden muß, um eine gute Wirkung zu erzielen.

Nach Hering müßten zwei komplementäre Farben, die neben einander durch einen weißen schmalen Streifen getrennt auf der Netzhaut empfunden werden, einander so beeinflussen, daß zwischen ihnen ein grauer oder schwarzer Streifen wahrgenommen würde. Denn das Rot z. B. löscht in der Umgebung die Rotempfindung, das Grün die Grünempfindung aus; im Zwischenfeld dürfte also entweder gar nichts gesehen werden, oder, da die Auslöschung keine totale ist, ein Grau sich zeigen. Ein solches Zwischenband konnte aber Schmerler trotz wiederholter Versuche nicht erlangen, sondern immer lagerten sich zwei Kontrastringe neben einander.

Mit Wundt erklärt demnach Schmerler die Konstrastwirkung zwar auch psychologisch, aber doch nicht im Sinne Helmholtz' durch Täuschung. Vielmehr haben wir nur einen relativen Maßstab zur Beurteilung von der Licht- und Farbenintensität. Die vorher gesehene oder die daneben gesehene Farbe und Helligkeit dient uns als Maßstab zur Beurteilung einer andern.

Für den psychologischen Charakter der Kontrastwirkung spricht auch eine Beobachtung, die ich an mir selbst machte. Während ich bei festem Betrachten des Saumes eines hellroten Teppichs gar keine Kontrastwirkung auf dem grauen Boden wahrnehmen konnte, erschien mir derselbe stark grün, wenn mein Blick ohne Fixierung in der Zerstreuung darauf fiel. Weiter: wenn ich im Glauben, kaltes Wasser in der tatsächlich leeren Waschschüssel zu haben, meine Hand in dieselbe bringe, fühle ich Wärme.

A. Kirschmann[1]) hat ebenfalls „Über die quantitativen Verhältnisse des simultanen Helligkeits- und Farbenkontrastes" Experimente angestellt, welche gerade nicht für die eine oder andere Ansicht entscheiden.

Es handelt sich um den eigentlichen Simultankontrast, der nicht an den Rändern zweier sich berührenden Flächen, sondern in entfernten Strecken sich geltend macht. Die Versuche mit rotierenden Scheiben ergaben folgende Resultate:

1) Philos. Stud. 1890. S. 417.

Digitized by Google

„1. Die Intensität des reinen simultanen Helligkeitskontrastes und wahrscheinlich auch des reinen simultanen Farbenkontrastes wächst innerhalb der Grenzen der deutlichen Größenwahrnehmung des ruhenden Auges proportional der linearen Ausdehnung der induzierenden Netzhautpartie oder auch proportional der Quadratwurzel aus dem Flächeninhalte derselben. 2. Man kann eine kontrasterregende Intensität unbeschadet der Stärke der Kontrastwirkung durch eine geringere Intensität von entsprechend größerer Ausdehnung ersetzen. Es findet also auch für den Kontrast eine reziproke Beziehung zwischen Ausdehnung und Intensität statt. 3. Der simultane Farbenkontrast kommt am besten zur Geltung, wenn der Helligkeitskontrast ausgeschlossen oder auf ein Minimum reduziert ist. 4. Der simultane Kontrast zwischen einem farbigen Eindrucke und einem Grau von gleicher Helligkeit wächst mit der Sättigung der induzierenden Farbe, jedoch nicht dieser letzteren proportional, sondern in geringerem Maße, wahrscheinlich in einem logarithmischen Verhältnis. 5. Der simultane Kontrast zwischen zwei Farben setzt sich aus zwei Komponenten zusammen (aus dem Kontrasteinfluß der Farbe a auf b und von b auf a), deren quantitative Verhältnisse bei gleichförmiger Vermehrung oder Verminderung der Sättigung einer der beiden Farben sich in ungleichförmiger Weise und im entgegengesetzten Sinne ändern. 6. Der gegenseitige Kontrast erreicht sein Maximum bei mittlereren Sättigungsgraden."

A. Kirschmann[1]) behandelt auch „Die psychologisch-ästhetische Bedeutung des Licht- und Farbenkontrastes."

Die Wirkung des Kontrastes ist nur ein Spezialfall der Relativität der Bewußtseinsvorgänge, „des Beziehungsgesetzes": wir haben kein absolutes Maß für dieselben, die Lichtempfindung wird nach Intensität, Qualität und Ausdehnung nicht an und für sich aufgefaßt, sondern ist hinsichtlich des Grades jener drei Eigenschaften von den übrigen Gesichtsvorstellungen und -wahrnehmungen bedingt. „Eine nicht zu unterschätzende Bedeutung hat der Kontrast als ein besonderer Fall des Beziehunggesetzes auf dem Gebiete der Kunst."

Dagegen tritt Hering[2]) immer noch entschieden für die physiologische Erklärung ein, gleichfalls auf Experimente gestützt.

Daß der sukzessive Kontrast, d. h. die Erscheinung der Nachbilder in der Komplementärfarbe zur induzierenden Farbe, physiologisch, d. h. durch eine Einrichtung unseres Sehorgans erklärt werden müsse,

1) Philos. Stud. 1891. S. 362.

2) Beitrag zur Lehre vom Simultankontrast. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1890. 1. Bd. S. 18.

Digitized by Google

ist allgemein anerkannt; aber für den Simultankontrast wird vielfach ein psychologischer Grund angegeben. Hering dagegen vertritt auch hier die physiologische Erklärung und hält folgenden Versuch für durchaus entscheidend gegen die Psychologen.

Wenn sich auf größerem weißlich-violettem Grunde ein kleines graues Feld von passender Helligkeit befindet, so scheint dasselbe infolge des Simultankontrastes in der Komplementärfarbe, nämlich grünlich-gelblich. Ein weißlich-violetter Grund läßt sich nun auch durch binokulare Farbenmischung herstellen, wenn man z. B. eine auf dem linken Auge sichtbare rot-weiße Fläche mit einer nur dem rechten Auge sichtbaren blau-weißen Farbe zur binokularen Deckung bringt. Liegt nun auf jeder der beiden Flächen ein graues Feldchen, so sieht man bei binokularer Deckung der kleinen grauen Streifen wieder ein grünlich-gelbes Feld. Nach der psychologischen Theorie wäre die violette Farbe des Grundes die Ursache der Färbung des grauen Feldes. Bringt man aber die zwei grauen Felder in eine solche Lage, daß sie nicht verschmolzen werden können, sondern in der weißlich-violetten Mischfarbe des Grundes neben einander gesehen werden, so ist ihre Farbe nicht grünlich-gelblich, sondern das linke Auge sieht bläulich-grün, das rechte gelb, und zwar bei passender Wahl der Farben des Grundes und der Helligkeit der grauen Felder sogar gesättigter als die Mischfarbe des Grundes; nicht also die Farbe des Grundes, wie man sie eben *sieht*, bestimmt die Kontrastfarbe, sondern die Beschaffenheit jedes der beiden Lichter, von denen die Augen erregt werden. Das linke Auge empfängt ein gelblich-rotes Licht und das ihm angehörige Bild des kleinen farblosen Feldes erscheint deshalb trotz des violetten Grundes blau-grün, das andere Auge empfängt blaues Licht, und das ihm zugehörige Bild des grauen Feldes erscheint darum gelb, nicht gelb-grün, wie es der violette Grund nach der psychologischen Erklärung verlangt.

Nach allem muß wohl ein doppeltes Moment: ein psychologisches und ein physiologisches berücksichtigt werden, welche teils zusammenwirken, teils auch getrennt auftreten können. Dies ergibt sich sicher aus dem neuesten Experiment von J. *Köhler*.[1])

Werden zwei zu einander kontrastierende Felder mit einem Flor (einer durchscheinenden Decke) bedeckt, so verstärkt sich der Kontrast. *Helmholtz* und *Aubert* nehmen eine Urteilstäuschung an, *Hering*

1) Der simultane Farben- und Helligkeitskontrast, mit besonderer Berücksichtigung des sogen. Florkontrastes. Archiv f. d. gesamte Psychol. von Meumann. 1903. S. 423.

Digitized by Google

und Becker erklären die Erscheinung physiologisch; Wundt nimmt physische und psychische Einflüsse an. Aus dem H. Meyer'schen Versuche, der auf farbige Unterlage einen grauen Papierstreifen legte und das ganze mit durchsichtigem Papier bedeckte, ergibt sich:

„1. Die Umrißlinie der grauen Papierschnitzel verliert an Deutlichkeit und Schärfe; 2. das Scheibchen tritt scheinbar zurück in die Ebene der farbigen Fläche infolge der Erschwerung der Akkommodation; 3. die größeren oder geringeren Ungleichheiten innerhalb beider Felder verschwinden gänzlich; 4. farbiges und graues Objekt werden weißlicher bezw. heller; 5. die Sättigung des ersteren — des sogenannten induzierenden Feldes — nimmt infolgedessen ab; 6. das graue — reagierende oder auch induzierte — Feld . . . nimmt aufs deutlichste die Komplementärfarbe seiner Umgebung an."

Die Versuche Köhlers ergaben, daß die Verwaschenheit der Konturen, noch mehr aber die verminderte Sättigung der Induktionsfarbe den Kontrast verstärken. „Ein graues Objekt erfährt auf hellerem (dunklerem) Grunde eine Verdunkelung (Aufhellung), die annähernd proportional ist dem absoluten Helligkeitsunterschied zwischen beiden Feldern." „Befindet sich ein kleines graues Feld neben einer größeren grauen Fläche, so erfährt das erstere eine Verdunkelung oder Aufhellung, je nachdem die Fläche heller oder dunkler ist als das betrachtete kleine Feld, und zwar wächst die Verdunkelung oder die Aufhellung ihrem absoluten Betrage nach mit der Helligkeitsdifferenz zwischen beiden Feldern annähernd proportional; geringe Helligkeitsunterschiede jedoch werden relativ stark überschätzt. Das Kontrastverhältnis, d. h. der Quotient zwischen absoluter Kontrastgröße und Helligkeitsdifferenz, nimmt dabei mit steigenden Intensitätsunterschieden ab."

In bezug auf Farbenkontrast ergab sich: „In der unmittelbaren Anschauung erzeugen schwach gesättigte Pigmentfarben deutlichere Kontraste als gesättigte." Andere Versuche lehren das Gegenteil: das Maximum des Kontrastes tritt bei dem Maximum der Sättigung ein, was auch Kirschmann und Ebbinghaus behaupten.

„Der Grund dieses Widerspruches liegt . . in den verschiedenen Bedingungen der Auffassungsweise. Befindet sich das objektiv farblose Feld innerhalb einer größeren farbigen Fläche, so ist unsere Auffassung der subjektiven Färbung dieses Feldes — ganz abgesehen von der wirklichen Intensität dieser Empfindung — mehr von dem Farbengrunde der induzierenden Fläche abhängig, als wenn sich das Feld außerhalb der farbigen Fläche befinden würde. Nimmt der Sättigungsgrad dieser umgebenden Fläche zu, so wird auch die subjektive Färbung des

Digitized by Google

Kontrastfeldes zunehmen, wie dies durch die messenden Untersuchungen zweifellos festgestellt ist."

Aus allem ergibt sich, daß die physiologische und psychologische Erklärung mit einander verbunden werden müssen.

„Der rein psychologische Standpunkt ist um deswillen unhaltbar, weil durch direkte Vergleiche unzweifelhaft das Vorhandensein der komplementärfarbigen Erregung nachgewiesen werden kann; die ausschließlich physiologische Theorie ist nicht im stande, den abweichenden Verlauf der Kontrastkurven bei der doppelseitigen gegenüber der einseitigen Induktion verständlich zu machen ... Die subjektive Farbenempfindung als solche entspringt einer entsprechenden Erregung des Sinnesorgans, nicht aber einer Urteilstäuschung im Helmholtz'schen Sinne; die Auffassung jener Empfindung ist aber von der gleichzeitigen Bewußtseinslage in hohem Grade abhängig und daher psychischen Bedingungen unterworfen. Der sogenannte Florkontrast ist — soweit er eine Folge der Verschwommenheit der Konturen ist — zunächst physiologisch bedingt; in weit höherem Grade jedoch kommt die Verminderung der Farbensättigung in Betracht, weshalb die Kontrastverstärkung hauptsächlich einer veränderten Auffassung des Verhältnisses der Empfindungen, also einem psychologischen Faktor entspringt."

Zum Schlusse führen wir noch eine Abhandlung von E. Raehlmann[1]) an, welche die hohe Bedeutung der Gesichtsempfindungen für das Leben des Menschen in ein helles Licht stellt.

Der Verf. fand schon früher durch Beobachtungen an Kindern und operierten Blinden, daß der Gesichtssinn für die Koordination der Bewegungen der Gliedmaßen von der größten Bedeutung ist. Unter seinem Einfluß bildet sich erst ein normales Verhältnis zwischen Innervation und Bewegung aus. Fallen in krankhaften Zuständen die sensibilen Eindrücke der Hautoberfläche der zu bewegenden Glieder aus, dann fehlt der Gradmesser, welcher über die Extension der ausgeführten Bewegung, über ihre Intensität, ja über die Ausführung selbst berichtet, und damit hört ebenfalls die Möglichkeit, richtig zu innervieren auf. Das ist der Zustand der mit Anästhesie behafteten Kranken. Hier leistet nun das Auge dieselben Dienste wie beim Kinde, indem es diesen Gradmesser ersetzt und den noch intakt vorhandenen Bewegungsvorstellungen ihren jedesmal erforderlichen Umfang anweist. Der Gang und die zweckmäßigen Bewegungen sind vollkommen erhalten, aber nur ausführbar unter Kontrole der Augen."

---

1) Über die Rückwirkung der Gesichtsempfindungen auf das physische u. psychische Leben. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane. 1895. S. 401.

Digitized by Google

In gleicher Weise hat sich gezeigt, daß bei vollständiger Anästhesie auch die Sprache nur unter Kontrolle des Gehörs möglich ist; werden einem solchen Kranken die Ohren zugehalten, kann er keinen Laut hervorbringen; er wird stumm, wenn er taub wird, ebensowie ein Blinder lahm wird, wenn er das Gefühl verliert. Daß mit dem Mangel des Gefühlssinnes das Gehör oder ein anderer Sinn vikarierend eintrete, ist nicht richtig, nur ausnahmsweise kommen Fälle von hoher Entwickelung eines Sinnes bei Wegfall eines anderen vor. Wie mächtig der Gesichtssinn in das Seelenleben eingreift, beweisen die häufigen Gesichts-Hallucinationen und Delirien nach einer Operation, während sich der Kranke mit Verband im Dunkelzimmer befindet. In einem Falle fand Raehlmann, daß durch die Wiedererlangung des Gesichtssinnes bei einem Mädchen, das nach der Erblindung auch das Gehör und alle geistige und körperliche Frische verloren hatte, das Gehör wiederkam, und die Kranke körperlich wie geistig wieder neu auflebte.

Digitized by Google

Zwölftes Kapitel.

Das Gehör.

Das Gehörorgan.

Auch bei diesem komplizierten Sinnesorgane können wir zur Klarstellung seiner Struktur und Funktion einige Experimente und Untersuchungen über das Gehörorgan der niederen Tiere anführen.

Bei vielen Mollusken und Krebsen finden sich kalkige Konkremente in einem mit Flüssigkeit gefüllten Bläschen (Otozyste). In der Wandung der Bläschen enden Nerven, und die Kalksteinchen stehen in Verbindung mit haarförmigen Fortsätzen von Zellen der Wandung, die wieder mit der Nervenendung zusammenhängen. Da nun diese Zellenfortsätze die Steinchen auch schwebend erhalten, so betrachtet man dieselben als Schallwellenleiter, daher der Name Otolithen und die Auffassung der Otozysten als Gehörorgane.

Nach Yves Delage's Experimenten haben dieselben jedoch eine andere oder auch noch eine andere Funktion. Bei der Exstirpation der Otozysten am Tintenfisch und verschiedenen Krebsen, wo dieselbe das Befinden des Tieres nicht dauernd alteriert, ergab sich durchgehends ein Verlust des Orientierungsvermögens bei der Bewegung. Tintenfische konnten nicht mehr gerade schwimmen, drehten sich um ihre Achse und kehrten oft die Bauchseite nach oben. Desgleichen drehten sich die Krebse um ihre Achse oder schlugen Purzelbäume. Blendung der Tiere mit unversehrten Otozysten bewirkte bloß, daß sie langsamer schwammen aber nicht abnorm, auf den Rücken gelegt, richteten sie sich wieder auf. Wurden aber auch gleichzeitig die Otozysten exstirpiert, konnten sie nur schwierig auf den Rücken gelegt sich wieder umwenden. Daraus ergibt sich, daß die Otolithen von wesentlicher Bedeutung für die Orientierung der Bewegungen bezie-

Digitized by Google

hungsweise für die Erhaltung des Gleichgewichts des Körpers sind, womit freilich ihre Funktion als Gehörorgan nicht ausgeschlossen zu werden braucht.

Aber Engelmann geht noch weiter und läßt bloß erstere Funktion gelten. Die Otolithen der Rippenquallen ruhen auf vier gleichen federartigen, elastischen Wimperblättchen, welche den Kalkkörper in regelmäßigen Abständen umstellen, so daß er inmitten der Glocke nach allen Seiten frei beweglich in den vier Federn pendelt. Daraus schließt Engelmann, daß der Otolith die Hauptachse des Körpers in allen Lagen mittelst der Schwimmplättchen in der normalen senkrechten Lage erhält. In der Tat finden sich die Otolithen allgemein bei freibeweglichen Tieren, fehlen bei sitzenden, ja bilden sich bei festsitzenden, die in ihrem Jugendstadium frei beweglich mit großen Otolithen versehen sind, zurück. Sie lagern auch häufig in weichem elastischem Gewebe, das schlecht die Schallwellen leitet.[1])

Beim menschlichen Ohre hat das Labyrinth die Aufgabe die Orientierung der Körperlage zu erhalten. Darüber hat Wlassak einen Aufsatz veröffentlicht: „Die statischen Funktionen des Ohrlabyrinthes und ihre Beziehungen zu den Raumempfindungen.“ [2])

„Die aufrechte Stellung, die wir gewöhnlich einnehmen ist unsere subjektive Vertikale. Von dieser haben wir in der Regel keine Empfindung. Erfährt diese Stellung eine Änderung, so empfinden wir diese, und die Bewegung die nun folgt, stellt den ursprünglichen Zustand des Nichtempfindens der Vertikalen wieder her. Daß wir mittels eines zweiten Sinnorganes, des Auges, die Nichtübereinstimmung dieser Labyrinthvertikalen mit der Augenvertikalen konstatieren können, ändert natürlich nichts an dieser Auffassung.“ „Da wir die Empfindungsänderungen als bedingt von unserer Umgebung ansehen, so ist diese Auslöschung (der Empfindung der Vertikalen) nichts anderes als die Erhaltung einer bestimmten Stellung gegen die Umgebung.“ Dazu stimmt, „daß das Labyrinth die symmetrischen Innervationen verbürgt, die gerade das mächtigste Mittel zur Erhaltung einer bestimmten Stellung sind.“

K. L. Schäfer[3]) zeigte durch Experimente an Vertebraten und Wirbellosen auf der Drehscheibe, daß letztere mit bloßen Otolithen

---

1) Comptes rendus des séances de. l'Acad. d. sciences de Paris 1886. 2 p. 798. Zool. Anz. 15. Aug. 1887. Naturf. 1887. Nr. 51.

2) Vierteljahresschr. f. wissensch. Philosophie v. R. Avenarius. 1892. 16. Jahrg. S. 385 ff. u. 17. Jahrg. S. 15 f.

3) Funktion und Funktionsentwickelung der Bogengänge. Zeitschr. für Psych. u. Phys. 1894. 7. Bd. S. 1 ff.

Digitized by Google

keinen Drehschwindel erfahren, daß dagegen „das erste Auftreten von Drehschwindel mit der Vollendung der Bogengangbildung zeitlich zusammenfällt, eine Tatsache, welche den Forderungen der statischen Labyrinththeorie vorzüglich entspricht."

Durch das Orientierungsvermögen des Labyrinths glaubt E. de Cyon endlich die Lösung des Raumproblems gefunden zu haben, nachdem Empiristen und Nativisten vergeblich nach einer Lösung gesucht. Weder in den Muskelgefühlen, noch in den Innervationsempfindungen, speziell der Augen, kann die Raumvorstellung begründet sein. In einer längeren Abhandlung: „Die physiologischen Grundlagen der Geometrie von Euklid. Eine Lösung des Raumproblems" [1]) weist er nach, daß im Baue des Gehörlabyrinthes der Grund für den dreidimensionalen Raum und die notwendige Giltigkeit der Euklid'schen Geometrie liege. Die Einwände, welche Couturat gegen diese neue Theorie erhob, indem er besonders die Notwendigkeit einer philosophischen Lösung betonte, widerlegt der Verf. in einer neuen Abhandlung: „La solution scientifique du problème de l'espace", [2]) in der er unter andern auf den Widerspruch hinweist, den Coppernicus, Galilei, Newton gefunden.

Darnach gibt es ein besonderes Sinnesorgan für die Raumempfindung, nämlich das Labyrinth, das drei senkrecht auf einander gestellte Bogen besitzt entsprechend den drei Axen eines orthogonalen Koordinatensystems.

Wir müssen unsere sinnlichen Wahrnehmungen in einen dreidimensionalen Raum einordnen, weil uns der Bau und die Funktion dieses Organs, welches der Orientierung im Raum dient, speziell bei den Innervationen für die Gleichgewichtsregulierung des Körpers und der Beherrschung der willkürlichen Muskelbewegungen tätig ist, uns dazu zwingt. Das Organ vermittelt drei Richtungsempfindungen, die vertikale, die transversale, die sagittale, welchen im Koordinatensystem vom Nullpunkt des „Ich" aus konstruiert: oben und unten, rechts und links, vorn und hinten, entsprechen. Wenn „oben" das Vorzeichen + hat, so bekommt „unten" —, ebenso bei rechts und links, vorn und hinten.

Damit ist das Wesen des Raumes gegeben: Das Labyrinth hat die Fundamentalempfindung der Richtung, und damit ist auch die Vorstellung der Gleichförmigkeit gegeben. Diese Richtungsempfindung ist so fundamental und ursprünglich, daß man sie ebensowenig weiter

1) Pflügers Archiv 1901 S. 576—630.
2) Revue philos. 1902 p. 85—89.

Digitized by Google

analysieren und definieren kann als andere physiologische Grundempfindungen: Süß, Bitter, Rot, Blau.

Die Notwendigkeit der Sätze des Euklid ist also lediglich eine physiologische. Darnach werden nun die Sätze selbst physiologisch gedeutet. So lautet z. B. die Definition Euklids von der geraden Linie: „Welche zwischen allen in ihr befindlichen Punkten auf einerlei Art liegt" jetzt: Die gerade Linie ist die Linie einer Richtung als Grundempfindung. Der andere Satz: „Jede begrenzte Gerade kann stetig in gerader Richtung verlängert gedacht werden" lautet nun: Die ideale Gerade ist die veranschaulichte Vorstellung einer empfundenen Richtung. Der rechte Winkel wird auf Grund der senkrechten Anordnung der Bogengänge als Ausgangswinkel bezeichnet. Der Punkt, in dem alle Richtungen zusammentreffen, ist das „Ich", das unteilbare Bewußtsein.

Und wie beweist Cyon diese neue Theorie? Durch Beobachtungen an Taubstummen, durch Experimente und durch Beobachtungen an Tieren mit bloß zwei (Petromyzon) oder nur einem (Tanzmäuse) Labyrinthbogen. Bei Verlust des Labyrinthes ist das Tier unfähig, sich im Raum zu orientieren. Werden einem Tiere je zwei symmetrische Bogengänge durchschnitten, so bewegt es sich nur in der Ebene der operierten Kanäle. Durch Zerstörung der horizontalen Bogengänge werden Drehungen um vertikale Axen, Reitbahnbewegungen in horizontaler Ebene, Pendelschwingungen des Kopfes nach rechts und links beobachtet.

Ein besonders interessantes Experiment hat Cyon an japanischen Tanzmäusen ausgeführt.[1]) Von 7 Exemplaren zeigten drei die gewöhnlichen, bei diesen Tieren wahrgenommenen Erscheinungen: lebhaftes Tanzen um eine vertikale Axe, Manègebewegungen, Unfähigkeit, sich in gerader Richtung zu bewegen, Zickzackbewegungen oder in Halbkreisen oder schräg diagonal zur Körperlängsaxe. Sie konnten nicht aufwärtsklettern, nicht auf schiefen Ebenen sich bewegen, sie waren völlig taub. Nachdem dieselben geblendet worden, waren sie völlig unorientiert im Raume, bewegten sich um alle Körperaxen und vollführten heftige Zwangsbewegungen. Die anatomische Untersuchung ergab, daß der horizontale Bogengang ganz verkrüppelt war, der vertikale stark mißbildet.

Die vier übrigen Mäuse tanzten weniger lebhaft, sie konnten sich auf schrägen Ebenen bewegen, in vertikaler Richtung klettern; aber die Vorwärtsbewegung fand ebenfalls in Halbkreisen, Zickzack, Diago-

1) Beiträge zur Physiologie des Raumsinnes. I. Neue Beobachtungen an den japanischen Tanzmäusen. Pflügers Archiv 1902. S. 427.

Digitized by Google

nalen statt; auch sie hatten keine Kenntnis von der geraden Richtung; Zwangsbewegungen traten hier nicht so stark auf; zwei Exemplare bewegten sich fast ebenso sicher wie vor der Blendung. Der vertikale Bogen war bei ihnen fast normal, der horizontale geschrumpft.

Auffallend ist, daß die Tanzmaus ihre Bewegungen in der Ebene des fehlenden Bogenganges ausführt, während die Neunaugen, die normal nur zwei Bogengänge haben, sich in der Ebene der vorhandenen Gänge bewegen, nicht der fehlenden.[1])

Somit meint Cyon, daß eines der schwierigsten Probleme der Metaphysiker mit exakten naturwissenschaftlichen Methoden gelöst sei. Diese Gabe wird die Metaphysik zurückweisen müssen. Der metaphysische Raumbegriff läßt sich durch kein Sinnesorgan wahrnehmen; mit Recht bestreitet Couturat der Physiologie das Recht, mit naturwissenschaftlicher Methode das Problem zu behandeln.

Die von Cyon als erfolglos bezeichneten Versuche, die Raumvorstellung zu erklären, sind allerdings unzulänglich; aber es gibt eine Erklärung, die sich ganz unmittelbar darbietet und alle Schwierigkeit löst: Wir nehmen durch die Sinne räumlich Ausgedehntes wahr, und davon abstrahiert unser Verstand den Begriff der Ausdehnung und des Raumes.

Der Raum wird nicht dadurch, daß wir unsere Wahrnehmungen in ein dreiaxiges Koordinatensystem einordnen, sondern der zwei- und dreidimensionale Raum drängt sich in den Körpern unserer Wahrnehmung auf.

Es liegt aber auch ein anderer logischer Fehler in der neuen Methode vor. Alle die angeführten Beobachtungen und Experimente beweisen, daß das Labyrinth das Organ der Orientierung im Raum ist, und man kann auch zugeben, daß ein jeder Bogengang über eine bestimmte Richtung orientiert; aber das kann nicht heißen, daß wir durch die Knochen die Richtung wahrnehmen, sondern daß wir unsere Körperbewegungen durch dieselben regeln, und im Gleichgewicht erhalten. Mehr als dieses beweisen alle Beobachtungen und Argumente Cyons nicht.

Daß das Labyrinth nicht durchaus zum Hören notwendig ist, glaubt Wundt[2]) an einer labyrinthlosen Taube dargetan zu haben.

Eine von Prof. Ewald operierte, des Labyrinthes vollständig

1) Vergl. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1902. Bd. 30 S. 147. — Nach Beginsky, Kreidl u. a. haben die Tanzmäuse drei normale Bogengänge, Rawitz will nur einen gefunden haben. Vergl. a. a. O. S. 443 f.

2) Akustische Versuche an einer labyrinthlosen Taube. Philos. Stud. 1893. S. 496.

Digitized by Google

entledigte Taube wurde von Wundt auf Wahrnehmung von Schallreizen untersucht. Es fand sich, daß sie fast gerade so wie eine gesunde Taube, die als Kontrolobjekt verwandt wurde, reagierte. Nur auf die höheren Töne reagierte sie nicht. Daraus folgt, daß die Endungen des N. acusticus direkt durch Schallreize erregt werden können.

Wundt meint, daß außer der Einwirkung der Schallwellen auf den Resonanzapparat des Ohres und durch diesen auf die Enden des N. acusticus auch eine direkte Erregung des letzteren anzunehmen sei. Er stützt sich auf Versuche von R. Ewald, der Tauben das ganze Gehörlabyrinth exstirpierte, und dennoch eine Reaktion auf Schallreize beobachtete, unter Bedingungen, welche etwaige Tastreize ausschlossen.[1])

J. Breuer[2]) bietet anatomische und physiologische Untersuchungen, welche die Bedeutung des Vestibularapparates als Organ der Lage- und Bewegungsempfindungen bestätigen; er widerlegt die Einwände Hensens gegen diese Auffassung.

Dem Labyrinthe (Statolithenapparate) kommt nach den neuesten Forschungen gar keine sensorische Funktion zu. So nach G. Alexander und R. Bárány.[3])

„Alle Versuchspersonen bestimmen am besten die Senkrechte auf der Mitte der Stirn. Aber auch hier findet sich ein beträchtliches unsicheres Feld." Ein wesentlich größeres unsicheres Feld ergeben die Bestimmungen der Senkrechten rechts und links von der Mitte der Stirn, noch größer ist das UF in den Versuchen zur Bestimmung geneigter Linien auf der Stirn. „Auffallend ist, daß alle Versuchspersonen die Senkrechte im Raume bei Kopfneigung besser bestimmen als die 45° geneigte Linie bei geradem Kopfe." Ein wesentlicher Unterschied in Bezug auf die Größe des unsicheren Feldes ist zwischen Normalen und Taubstummen nicht zu konstatieren. „Die Wirkung des senkrecht stehenden Netzhautmeridians ist an die aufrechte Stellung von Körper und Kopf gebunden."

Und weiter:[4])

Nur optische und taktile Bestimmungen können entscheiden, ob der Statolithenapparat bei der Orientierung im Dunkeln eine Rolle spielt. Zwischen Normalen und Taubstummen bestand in der Größe

1) Ist der Hörnerv direkt durch Tonschwingungen erregbar? Phil. Stud. 1893. S. 641.

2) Studien über den Vestibularapparat. Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. in Wien. Bd. 112. 5. Nov. 1903.

3) Psychophysiologische Untersuchungen über die Bedeutung des Statolithenapparates für die Orientierung im Raume an Normalen und Taubstummen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1903. 37. Bd. S. 321.

4) A. a. O. S 414.

Digitized by Google

des unsicheren Feldes kein Unterschied bezüglich der Lage der scheinbar Vertikalen. Weder bei Normalen noch bei Taubstummen lassen sich also „vorstellungsbildende Empfindungen des Statolithenapparates" nachweisen.

Zusammenwirken der zwei Ohren.

Sehr heftig streiten die Experimentatoren darüber, ob die von zwei Ohren gehörten verschiedenen Töne, welche mit einander Schwebungen bilden durch Knochenleitung im Schädel von einem Ohre dem andern mitgeteilt werden, oder ob ohne solche Mitteilung die Kombination zerebralen Ursprungs ist. Wir führten die verschiedenen Ansichten hier an und müssen den Vertretern die Entscheidung überlassen. Beide Parteien stützen sich vorgeblich auf exakte Beobachtungen. Eingehend hat sich K. L. Schäfer[1]) mit der Frage beschäftigt.

S. P. Thompson hatte gefunden, daß, wenn man zwei Telephone, deren Platten Schwingungen von gleicher Frequenz und Amplitude ausführen, fest an die Ohren drückt, nur eine akustische Wahrnehmung und zwar median im Hinterkopfe gemacht wird. Dabei mußten sie sich aber immer gleichzeitig dem Kopfe nähern und entfernen, also stets in entgegengesetztem Sinne schwingen. Diesen Versuch hat Schäfer weiter verfolgt, die Resultate verallgemeinert und zu erklären versucht. Dasselbe tat er mit einem Versuche Weber's. Den Ton einer median auf den Scheitel gesetzten Gabel hört man median über der Ansatzstelle. Wird aber ein Ohr fest verschlossen, so springt er in dieses hinein. „Es entspricht die intrakranielle Lokalisation diotischer Wahrnehmungen der intraaurealen monotischen, die extrakranielle der extraaurealen."

Fechner hatte gezeigt, daß nicht nur der Ton zweier unisonen vor beide Ohren verteilten Stimmgabeln nur auf Seite der lauteren gehört wird, sondern auch die Schwebungen derselben, welche entstehen, sobald die Gabel vor dem physiologisch tauben Ohre rhythmisch geschwungen wird. „Auch er übersah, daß der Ton jedesmal während der Annäherung sich, außer daß er stärker wird, auch der Medianebene nähert, und bemerkte dies erst, wenn die Elongationen der bewegten Gabel sehr ausgiebig wurden. In Proportion zu deren Wachsen wanderte der Ton bei der Näherung in die Medianebene und eventuell über dieselbe hinaus in das andere Ohr, gemäß dem Prinzip von der Verlegung des Schalles nach der Seite der stärkeren Erregung."

Schäfer hat nun die Fechner'schen Versuche in folgenden Punkten

1) Zur interaurealen Lokalisation diotischer Wahrnehmungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1890. 1. Bd. S. 300.

Digitized by Google

erweitert und vervollständigt. „1. Es sollen Anfangs beide Gabeln in gleichem Abstande von der Medianebene vor den Ohren fixiert, ihr Ton also median lokalisiert sein. Beginnen nun beliebige rasche synchrone Schwingungen von beiderseits gleicher Weite und in stets genau entgegengesetztem Sinne, so kommen mediane Schwebungen zu Gehör. 2. Werden aber beide Gabeln immer a tempo nach rechts oder links verschoben, also gleichsinnig, so wandert der Ton von Ohr zu Ohr, so lange die Schwingungen in geringer Frequenz geschehen. 3. Werden sie hingegen möglichst rasch vollführt, so haben die Schwebungen (und zwar ausschließlich) in den beiden Ohren ihren Sitz."

Ein monotisch gehörter Ton kann auf drei Wegen auch das andere Ohr treffen. Erstens durch die Luft und zwar entweder durch Reflexion des Schalles an einer Wand oder direkt um den Kopf herum. zweitens durch die Tube des zuerst affizierten Ohres in den Nasenrachenraum durch die andere Tube zum Trommelfell. drittens durch die Kopfknochen. Diese Leitung ergibt sich z. B. aus der Tatsache, daß Schwebungen zweier Töne auch dann wahrgenommen werden, wenn jedes Ohr nur je einen Ton direkt hört; denn die zerebrale Kombination der beiden Töne hält Verf. für ausgeschlossen. Es fragt sich aber, ob auch sehr leise Töne von den Kopfknochen von einem Ohr zum andern geleitet werden können. Durch einen kunstreichen Versuch mit einem Resonator der die Luftleitung ausschloß konstatierte der Verf.. daß von dem bewaffneten Ohre der Ton zum andern intrakraniell übergegangen war. [1])

Die Schwebungen oder Stöße entstehen durch Interferenz von dissonierenden (einander nahe liegenden) Tönen. die Differenztöne durch Interferenz von größeren (konsonierenden) Intervallen. Es ist nun von Interesse zu untersuchen, aus welcher Richtung diese Töne gehört werden, wenn die beiden primären Tonquellen verschiedene Lagen zu den Ohren und verschiedene Stärke haben.

Für die Schwebungen fand Schäfer: „Für die Lokalisation der Schwebungen zweier Töne ist bei ungleicher relativer Intensität der letzteren unter allen Umständen die Richtung und Entfernung. aus der uns der relativ lautere Ton trifft, maßgebend. Ist die relative Intensität der Primärtöne gleich, so gehen die Schwebungen aus der Region zwischen den beiden Tonquellen hervor.

Aus den Ergebnissen über die Differenztöne ist hervorzuheben. „daß man den Differenzton zwischen die Ohren verlegt. wenn beide Gabeln in der Medianebene aufgestellt sind, oder wenn die Primär-

1) Ein Versuch über die intrakranielle Leitung leisester Töne von Ohr zu Ohr. Ebd. 1890. 1. Bd. S. 111.

Digitized by Google

töne von verschiedenen Seiten derselben kommen, ihre relative Intensität aber gleich ist." [1])

Ein heftiger Gegner Schäfer's in dieser Frage ist E. W. Scripture.[2])

Er führt aus: Stimmgabeln, deren Töne Schwebungen miteinander bilden, tun dies auch noch, wenn man jede Stimmgabel vor ein Ohr hält, so daß der Ton nicht durch die Luft zum andern Ohr gelangen kann. Umgekehrt verschwindet ein Differenzton, wenn jeder Ton durch ein Ohr gehört wird. Die Kombination der beiden Töne kann nicht durch den Schädelknochen vermittelt werden, wie man bisher glaubte, auch nicht durch die Eustach'schen Röhren, sondern wie die Versuche des Verf.'s dartun, durch die getrennt verlaufenden ‚nervi acustici' im Zentralorgan.

Und weiter:

Gegen Schäfer, der die Schwebungen von 2 Tönen, deren jeder nur von einem Ohre gehört wird, durch Knochenleitung des Kopfes vermittelt sein läßt, konstatiert Scripture: „Es liegen Beobachtungen vor, in denen die Überleitung von einem Ohr zum andern ausgeschlossen scheint, und gleichwohl die auf je ein Ohr einwirkenden Töne Schwebungen miteinander bilden." [3])

Dagegen tritt P. Rostocky[4]) sehr entschieden für die Ansicht Schäfer's ein:

Die Schwebungen, welche durch zwei von zwei verschiedenen Ohren gehörte Töne entstehen, sind peripheren Ursprungs; die Knochenleitung des Kopfes bringt den Ton nach dem andern Ohre.

„Nach allen bisherigen Erfahrungen gilt zunächst unbestritten, daß die beiderseitigen Reize, bevor sie im Organismus Punkte treffen, deren Erregungsstärken in letzter Instanz für die Empfindungsstärken maßgebend sind, zu einer Mischung gelangen, daß sie dabei oszillatorische Form haben und daß die Mischung in einer Interferenz besteht." Diese Interferenz kann nicht vor sich gehen, „ohne daß auf jeder Seite der dort direkt zugeleitete Reiz mitschwingende Teile im Ohre getroffen hat".

Mit den Schwebungen hängt eine Lokalisationsänderung eng

---

1) Über die Wahrnehmung und Lokalisation von Schwebungen und Differenztönen. Ebd. 1890. 2. Bd. S. 81 ff.

2) Einige Beobachtungen über Schwebungen und Differenztöne. Philos. Studien. 1892. S. 630.

3) Ist eine zerebrale Entstehung von Schwebungen möglich? Philos. Stud. 1898. S. 638.

4) Über binaurale Schwebungen von P. Rostocky. Philos. Stud. 1902.

Digitized by Google

zusammen; „langsame diotische Schwebungen sind stets von einer in gleichem Tempo mit jener sich wiederholenden Lokalisationswanderung begleitet." Diese kann lediglich durch das Intensitätsverhältnis diotischer Erregungen bedingt sein; wir versetzen die Erregung dahin, woher der stärkere Eindruck kommt; die Intensitätsschwankungen können nur von Interferenzen kommen, denn die Schwankungen erfolgen periodisch.

Ebenso zeigt H. Frey.[1]) daß die physische Beschaffenheit des Schädels die Übertragung von Ohr zu Ohr notwendig herbeiführe.

Die früheren Untersuchungen des Verf.'s (28. Bd. S. 10 ff.) werden durch folgendes Ergebnis ergänzt: „Es ist eine Eigentümlichkeit des Schädels, daß sowohl ein von der Pyramide als ein vom Hinterhaupt ausgehender Schall die diametral gegenüberliegende Stelle des Schädels in die lebhafteste Schwingung versetzt. Die dazwischenliegenden Punkte sind in diesem Sinne minderwertig. Am schwächsten ist im allgemeinen der Schall in der auf die Einfallsrichtung senkrecht durch die Schädelmitte gelegten Ebene." Nach den früheren Versuchen wird der Schall im Knochengewebe besonders in der kompakten Masse fortgeleitet, und zwar um so besser, je kompakter die betreffenden Teile. Wenn von dem einen Ohr Schallwellen ausgehen, so werden sie vorzugsweise nach den symmetrischen Punkten der andern Schädelhälfte, also zur gegenüberliegenden Pyramide geleitet. Es besteht also eine Schallübertragung von Ohr zu Ohr auch ohne die sogenannte Schallleitungskette.

Ebenso A. Iwanoff.[2])

H. Frey hatte gefunden: „Die Richtung, welche auf den Kopf übertragene Schallwellen in dem knöchernen Teile desselben einschlagen, ist wesentlich abhängig von der Dichtigkeit der Knochensubstanz. Wenn daher von dem Gehörgang der einen Seite Schallwellen ausgehen, so verbreiten sich dieselben wohl im ganzen Schädel, sie werden aber vorzugsweise nach den symmetrischen Punkten der andern Schädelhälfte geleitet." Verf. fand noch am Leichenschädel: „Die Schallleitung durch die harte Hirnhaut übertrifft diejenige des Knochens."

C. Stumpf[3]) glaubt durch eine Beobachtung an sich selbst die zentralen Schwebungen widerlegt.

---

1) Weitere Untersuchungen über die Schallleitung im Schädel. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 33. Bd. 1903. S. 355.

2) Ein Beitrag zur Lehre über die Knochenleitung. A. a. O. S. 266.

3) Beobachtungen über subjektive Töne und über Doppelthören. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1899. 21. Bd. S. 100.

Digitized by Google

Verf. hörte lange Zeit konstant den Ton fis^3 ähnlich dem Singen einer Gasflamme. Ferner kurz auftretende Töne, wie sie aus dem „Ohrenklingen" bekannt sind. Mit jenem konstanten Ton bildeten sie häufig klar erkennbare musikalische Intervalle, auch unreine Quinten, Sekunden konnten erkannt werden; auch die Klangfarbe war klar. Eine mit dem variabeln Tone vor dem Ohre erklingende Stimmgabel zeigte dieselbe Erscheinung der Intervallbildungen. Daraus schließt Verf., daß Konsonanz und Dissonanz nicht durch Obertöne bestimmt werden. Wenn die beiden zusammenklingenden Töne auch sehr nahe aneinander lagen, entstanden doch keine Schwebungen. Diese machen also nicht die Dissonanz aus.

Zentrale Schwebungen, welche manche annehmen, sind damit widerlegt. Ferner beobachtete Verf. auch rhythmisches Intermittieren von Tönen und Geräuschen, das vielfach mit dem Pulsschlag zusammenhing. Nach einer Ohrenentzündung trat auch das Phänomen des Doppelthörens auf. Die Töne des einen Ohres waren durch Oktaven hindurch verstimmt gegen die des anderen, gesunden Ohres. Auch hier keine Schwebungen trotz der klarsten Dissonanz. Auch andere Musiker haben ähnliche Beobachtungen gemacht.

Über binaurale Schwebungen wurden interessante Experimente angestellt von G. Melati.[1])

Werden von den zwei Ohren verschiedene Töne wahrgenommen, so treten ganz besondere Erscheinungen auf, welche beim monauralen Hören nicht beobachtet werden.

„1. Die Intensität der binaural gehörten Töne erfährt nur bei den geringsten Intervallen eine leichte Verstärkung. 2. Die zwei Töne haben bei kleinen Intervallen einen Charakter ausgedehnter Lokalisation. 3. Der Grad der Verschmelzung der zwei Töne ist viel kleiner als monotonisch und nimmt schnell ab mit zunehmender Höhendifferenz der zwei Töne. 4a. Die binaural gehörten Schwebungen sind viel weniger deutlich als die monaural gehörten. 4b. Die binauralen Schwebungen sind schwächer als die monauralen. 5. Die Empfindung der Rauhigkeit ist viel weniger stark als im monauralen Hören und verschwindet bei Intervallen über 30 Schwingungen ganz. 6. Das Gefühl der Dissonanz erhält sich, wenn auch in schwächerer Weise, auch wo die Rauhigkeit nicht bemerkbar ist."

Demnach kann die Erklärung Helmholtz' vom Wesen der Dissonanz nicht richtig sein, der in den Schwebungen und der Rauhigkeit ihr Wesen findet. „Also sind die Schwebungen nur die Rauhigkeit be-

1) Über binaurales Hören. Philos. Stud. 1901. S. 431.

Digitized by Google

gleitende aber nicht bestimmende Momente, sie können die Dissonanz verstärken, nicht sie hervorbringen."

Die Leistungsfähigkeit des Ohres.

Über das Erkennen der Schallrichtung spricht sich der gewandte Experimentator J. v. Kries[1]) folgendermaßen aus.

Liegt die Schallquelle in verschiedener Richtung zu den beiden Ohren, so wird das derselben zugewandte Ohr eine stärkere Empfindung haben, als das abgewandte, und dann ist die Richtung des Schalles leicht zu erkennen: Rechts-Links-Lokalisation. Aber wie erkennt das Gehör die Richtung des Schalles, wenn derselbe aus der Medianebene kommt, also die Quelle von beiden Ohren gleichen Abstand hat?

Zahlreiche Versuche des Verf.'s zeigten „erstlich, daß eine nahezu sichere Medianlokalisation (wenigstens in Bezug auf die Unterscheidung von vorn und hinten) unter Umständen auch dann stattfinden kann, wenn die Schallreize von Versuch zu Versuch ihrer Qualität und Stärke nach, sowie bezüglich ihrer Entfernung ganz unregelmäßig wechseln. Zweitens aber fällt die außerordentliche Unsicherheit, welche die gleiche Lokalisation unter anderen Umständen zeigt, in die Augen."

Aus der zweiten Tatsache folgt, daß Preyer's physiologische Erklärung der Schalllokalisation kaum annehmbar ist. Denn wenn je nach dem Orte der Schallquelle verschiedene Reizungen der halbzirkelförmigen Kanäle in's Spiel kommen, dann ist nicht einzusehen, warum nicht unter allen Umständen dieses Hilfsmittel seine Dienste tun soll? Aus ersterer Tatsache folgt, daß die Medianlokalisation nicht blos mittelbar, d. h. durch Erlernen der Richtung aus bestimmter Qualität und Intensität des Schalles vollzogen wird.

Münsterberg's Ansicht nähert sich den Lokalzeichen Lotze's und der physiologischen Theorie Preyer's: die Lokalisation der Schallempfindungen beruht auf den durch Reizungen der halbzirkelförmigen Kanäle reflektorisch ausgelösten Impulsen zu Kopfbewegungen. Dagegen macht v. Kries geltend, daß darnach die Lokalisation zweier gleichzeitigen Empfindungen unmöglich sei. Wenn die Empfindung X den Bewegungsimpuls α, und Y den Impuls β hervorruft, wie kann dann bei gleichzeitigem α und β der Fall unterschieden werden, daß α von Y und β von X erregt ist? Und doch lehrten die Versuche v. Kries: „Bezüglich der Rechts-Links-Lokalisation ist also die gleichzeitige richtige Wahrnehmung zweier verschiedener Schallrichtungen

1) Über das Erkennen der Schallrichtung. Zeitschr. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. 1890. Bd. 1. S. 235.

Digitized by Google

in der Weise möglich, daß jede Schallart in ihrer wahren Richtung gehört wird."

Darum schließt Verf.: „Soviel ich sehe, wird auch derjenige, der die Annahme Münsterberg's adoptiert, zur Erklärung dieser Unterscheidung doch auf die Vergleichung der Intensität jedes Schalles in den beiden Ohren rekurrieren müssen."

Über die Empfindlichkeit des Ohres liegen Experimente vor inbezug auf die Stärke des Reizes, die Zahl der Schwingungen des hörbaren tiefsten Tones und die nötige Dauer des Reizes.

Über ersteren Punkt berichtet H. Zwaardemaker.[1])

Die Töne in den mittleren Oktaven, für welche das Ohr am empfindlichsten ist, werden schon gehört, wenn die Schallmenge weniger als $\frac{1}{100\,000\,000}$ Erg beträgt $= \frac{1}{42\,000\,000}$ einer Grammkalorie. Genauere Experimente gaben für den unteren, noch eben hörbaren Grenzton E^{-2} (= 20 Schwingungen) 24 000, für den oberen Grenzton f^{7} 540 000, für einen Mittelton 138 000 Erg in ungefähr 5 cm Entfernung vom Ohr. Viel weniger ist die Menge, welche das Ohr selbst trifft. Es findet nämlich eine Übertragung der Schwingungen statt 1. von Luft auf Trommelfell und tympanale Kette; 2. von der Stapesplatte auf die Labyrinthflüssigkeit; 3. auf die membrana basilaris und die auf ihr ruhenden dämpfenden Apparate. Da dies ohne Energieverlust nicht wohl möglich ist, so „können wir für sicher halten, daß die den Haarzellen mitgeteilte Energiemenge, wenn die Schwelle der Erregung überschritten werden soll, zwischen 10^{-8} und 10^{-12} Erg zu betragen hat".

Die Empfindlichkeit unseres Ohres steigt, wie Zwaardemaker und F. H. Quix[2]) durch sorgfältige Bestimmung der Schwellenwerte nachwiesen, von c^{-2} ab, allmählich erreicht sie in den mittleren Oktaven ihr Maximum (zwischen c^{1} und g^{5}) und nimmt bei den höchsten Tönen allmählich wieder ab.

Die untere Grenze der noch eben perzipierbaren Töne wird verschieden angegeben. Nach Savart ist ein Ton noch hörbar, der 16 Schwingungen in der Sekunde macht, nach Helm-

1) Die Empfindlichkeit des Ohres. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1903 33. Bd. S. 401.

2) Schwellenwert und Tonhöhe. Archiv f. Anat. u. Phys. Supplem. 1902. Ein Referat gibt Guttmann in Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1904. 34. Bd. S. 64 f.

Digitized by Google

holtz sind 28 erforderlich, nach v. Schaik 24, während der mit feinstem Gehör begabte Appun noch Töne mit 9—12 Schwingungen hören zu können glaubte. Darum unterzog der Italiener Fed. Battelli die Frage einer erneuten Prüfung und fand: daß Töne unter der Schwingungszahl 24 nicht mehr perzipiert werden. Da er nicht bloß an sich, sondern auch an anderen Personen von sehr verschiedenem musikalischem Gehör dasselbe Resultat erzielte, so hält er es für allgemein gültig. Er konnte freilich bei starkem Anschlagen der Stimmgabeln oder der Metallplättchen noch Töne mit geringerer Schwingungszahl perzipieren, aber eine Vergleichung mit einer zweiten Stimmgabel lehrte, daß es sich immer um den Oberton eines nicht vernehmbaren Grundtons handelte. Durch die Stärke des Anschlages d. h. die größere Amplitude der Schwingungen wurde der sonst unvernehmbare Oberton gehört. Auf diese Verwechselung glaubt Battelli die irrtümlichen Angaben anderer Experimentatoren zurückführen zu können.[1])

Eine „Bestimmung der untern Hörgrenze" gibt auch K. L. Schäfer:

„Die tiefsten Töne können entweder durch pendelförmige (Sinus-) Luftschwingungen entstehen oder Differenztöne sein, oder durch regelmäßige Unterbrechungen von Tönen erzeugt werden. Diese drei Fälle müssen also gesondert betrachtet werden. 1. Es ist möglich, aber nicht exakt erwiesen, daß Sinustöne von 16 Schwingungen noch hörbar sind. Je tiefer die Töne, desto schwächer; wenn man also hinreichend starke Töne erzeugen kann und das Gehör sehr fein ist, oder durch Übung geschärft, mögen auch weniger als 16 Schwingungen genügen. 2. Höchstens 30 Schwebungen sind zu einer Differenztonwahrnehmung erforderlich. 3. Die Schwierigkeit, die untere Tongrenze zu bestimmen, kommt zum Teil daher, daß Obertöne mit dem Grundton verwechselt werden. Die Unterbrechungstöne haben aber nach unseren jetzigen physiologisch-akustischen Kenntnissen keine Obertöne. „Unsere Versuche beweisen daher, daß schon 16 Erregungen in der Sekunde eine Tonempfindung uns zu liefern imstande sind." [2])

Inbezug auf den dritten Punkt fanden O. Abraham und L. J. Brühl:[3])

„1. Für Sirenentöne kommt nur die der Löcherzahl entsprechende

1) Sur la limite inférieure des sons perceptibles. „Arch. Ital. d. Biologie" 1897. S. 202—209.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 21. Bd. S. 161 ff.

3) Wahrnehmungen kürzester Töne und Geräusche. A. a. O. 1898. 18. Bd. S. 177.

Digitized by Google

Anzahl von Schwingungen in Betracht. Nachschwingungen und Reflexionswellen bringen nur ein Geräusch hervor, sind aber für die Tonempfindung belanglos. 2. Von der Kontraoktave bis zur Mitte der viergestrichenen Oktave genügen zwei Schwingungen für eine Tonempfindung. 3. Von der Mitte der viergestrichenen Oktave steigt die Zahl der erforderlichen Schwingungen stetig an. 4. Das absolute Zeitminimum eines Tones ist 0,636 und liegt bei g_4; höhere und tiefere Töne erfordern mehr Zeit. 5. Kurze Töne sind schwächer als langdauernde; es kommt bei ihnen nicht nur auf die Amplitude an, sondern auch auf die Anzahl der Schwingungen bezw. absolute Zeit (Summation der Reize). 6. Kurze Töne sind milder und weniger spitzig als langdauernde. Die Ursache liegt vermutlich in dem tiefen Nebengeräusche. 7. Von einem bestimmten Dauerminimum (3,7—6,36) an ist jeder unserer Töne begleitet von einem tiefen knallartigen Nebengeräusch, das mit zunehmender Kürze deutlicher wird und schließlich eine Oktaventäuschung des Tonurteils nach unten bewirkt. 8. Das tiefe, knallartige Nebengeräusch rührt von unregelmäßigen Nachschwingungen und Reflexionswellen her. 9. Beim Anblasen eines einzigen Sirenenloches entsteht ein Knall, doch entspricht derselbe keineswegs einer einzigen Schwingung. 10. Der Knall und seine Höhe sind bedingt von der primären Welle, dem Abstande der Reflexionspunkte und den Perioden der Nachschwingungen. Von einer bestimmten Grenze an kommt die primäre Welle nicht mehr in Betracht. 11. Das absolute Tonhöheurteil hat eine Wiederholung der einzelnen Tonstöße nicht unbedingt nötig."

O. Abraham und K. L. Schäfer berichten „Über die maximale Geschwindigkeit der Tonfolgen." [1])

Früher fand Abraham mit Brühl, daß von C_1 bis g^3 nur zwei Schwingungen zur Erkennung eines Tones notwendig sind. Die Dauer dieser zwei Schwingungen, also die Dauerschwelle eines Tones nimmt mit zunehmender Schwingungszahl von C_1 bis g^4 stetig ab. Hier wird nun die Frage gestellt, ob die Verschiedenheit der Dauerschwellen Einfluß auf die maximale Geschwindigkeit von Tonfolgen in verschiedenen Höhenlagen ausübt, oder: „wie rasch kann man in den verschiedenen Oktaven trillern bezw. tremulieren, ohne daß die Töne zu einem Akkorde verschmelzen?" Die Antwort lautet: „In allen Oktaven kann ungefähr gleich schnell getrillert oder tremuliert werden, und macht dabei das Intervall der Töne keinen nennenswerten Unterschied."

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 20. Bd. S. 408.

Digitized by Google

Weiter berichtet O. Abraham „Über das Abklingen von Tonempfindungen.“ [1])

Aus voriger Untersuchung ergab sich, daß in allen Oktaven die Trillerschwelle dieselbe war, ca. 30 σ (= 0,03“) für den einzelnen Ton betrug, und doch war diese Zeit früher als Funktion der Schwingungsdauer erkannt worden. Woher dieser Widerspruch? Er wird durch das Abklingen der Empfindung erklärt. Diese dauert länger als die zwei Schwingungen der Luft. Die Empfindung des ersten Tones dauert noch fort, wenn schnell ein zweiter folgt: in dieser Zeit wird ein Akkord gehört und erst später der zweite Ton.

„Wir hören unmittelbar auf einander folgende Töne deutlich getrennt als Triller, sobald die Abklingezeit verschwindend klein ist im Verhältnis zur Dauer der Töne; wir hören unmittelbar auf einander folgende Töne als rauhen Zusammenklang, wenn die Abklingezeit in einem zu großen Verhältnis steht zur Dauer der Töne.“ „Nun haben aber hohe Töne bei gleicher Reizstärke eine größere Empfindungsintensität als tiefe Töne.“ Darum ist bei ihrer schnellen Aufeinanderfolge die Differenz der Empfindungsintensitäten des abklingenden und des neuen Tones geringer, man kann daher höhere Töne schneller aufeinander folgen lassen.

Über die Auffassung von Tondistanzen

hat sich zwischen Wundt und Stumpf eine heftige Fehde entsponnen.

Die Sache von Wundt vertritt C. Lorenz.[2])

Dem Begründer der Psychophysik, Fechner, galt die Auffassung der Tonintervalle als schlagendster Beleg für das Weber'sche Gesetz, nach welchem gleichen Reizverhältnissen gleiche Tondistanzen entsprechen: das Verhältnis 2 : 3 z. B. wird in allen Oktaven gleich, d. h. als Quinte aufgefaßt. Aber Preyer, gestützt auf Beobachtungen von Deleize und Seebeck sowie auf eigene Experimente, fand daß innerhalb des Tongebietes von 120 bis 1000 Schwingungen in der Sekunde die Unterschiedsempfindlichkeit mit wachsender Tonhöhe zunimmt. An der oberen Grenze brauchen zwei Töne siebenmal weniger zu differieren als an der unteren, um noch als eben unterschieden aufgefaßt zu werden. Fechner suchte dieses Ergebnis durch die Bemerkung unsicher zu machen, daß wohl Preyer nicht auf

1) A. a. O. S. 417.

2) Untersuchungen über die Auffassung von Tondistanzen. Phil. Stud. 1890. S. 26.

Digitized by Google

allen Tonhöhen mit gleich *starken* Reizen experimentiert habe. Triftiger sind die Einwände von G. E. *Müller* und *Wundt*, daß die gefundenen Resultate sich nicht auf einheitliche Beobachtungen, sondern auf Experimente von drei Beobachtern stützen.

Darum nahm E. *Luft* unter Leitung *Wundt's* die Untersuchungen von neuem auf.[1]) Auch er fand eine Zunahme der relativen Unterschiedsempfindlichkeit mit wachsender Tonhöhe bis in die Gegend von 1000 Schwingungen. Jedoch bezogen sich auch seine Beobachtungen nur auf *eben merkliche* Unterschiede. C. *Stumpf* hat nun auch Beobachtungen mit *übermerklichen* Unterschieden angestellt, und ungeübte Personen urteilen lassen, welcher von den zwei Tönen einer Quint, Terz in den verschiedenen Oktaven eines Klaviers der höhere sei. Er fand, „daß die Zuverlässigkeit solcher Urteile bei Unmusikalischen von der Tiefe bis zu einer mittleren Region stark zunimmt und weiter hinauf innerhalb des musikalischen Gebietes wenig abnimmt". Doch hat *Stumpf* zu wenig Beobachtungen zugrunde gelegt, um das Resultat als sicher hinstellen zu können.

Lorenz nahm daher die Versuche systematischer von neuem auf, indem er eine Methode in Anwendung brachte, die bisher bloß bei Schätzung von Lichtintensitäten üblich war. Es wurden bei jedem Versuche drei Töne nach einander angegeben, ein tieferer T, ein mittlerer Mv und ein höherer H. Mv wurde nun so lange verändert, bis er den Versuchspersonen zwischen T und H in der Mitte zu liegen schien. Aber bald zeigte sich dieses Verfahren als unzulänglich. Nicht bloß wurde eine Mehrheit von Tönen als mittlerer geschätzt, sondern bisweilen wurde, nachdem schon mehrere Töne als Mitte geschätzt waren, bei fortgesetzter Erhöhung des mittleren variabelen Tones derselbe wieder dem tieferen näher erachtet, und umgekehrt beim absteigenden Verfahren. So erwies sich diese Methode als unzweckmäßig. Darum wurde folgendes Verfahren eingehalten. Es mußte beurteilt werden, ob Mv dem tieferen T oder dem höheren H näher liege. So wurden über 110,000 Urteile teils von musikalisch gebildeten, teils von unmusikalischen Versuchspersonen abgegeben. Da natürlich sehr viele Urteile falsch waren, wurde die Methode der richtigen und falschen Fälle herbeigezogen.

So stellte sich heraus, „daß *gleichen Unterschieden der Tonempfindungen gleiche absolute Unterschiede der Schwingungszahlen entsprechen*, oder daß die Änderungen

1) Philos. Studien. 1890.

Digitized by Google

der Tonempfindungen den Änderungen der Schwingungszahlen proportional gehen". Mag dieses Resultat auch nur ein genähertes sein: jedenfalls kann mit Bestimmtheit behauptet werden, „daß die relative Beziehung zwischen Tonempfindung und Schwingungszahl nicht stattfindet", daß also das Weber'sche Gesetz nicht wie Fechner glaubte durch die Tonempfindungen eine direkte Bestätigung findet.

Weiter glaubt Lorenz durch diese Versuche den Beweis erbracht, „daß die Beurteilung der Töne nach Intervallen durchaus nicht auf der unmittelbaren Auffassung derselben beruht, sondern auf andere Eigentümlichkeiten der Töne oder besser Klänge, nämlich auf die Klangverwandtschaft, wie von Helmholtz gefunden worden ist, zurückgeführt werden muß. Nach der unmittelbaren Auffassung beurteilen wir die Töne vielmehr so, daß zwischen den absoluten Unterschieden der Tonempfindungen und der Schwingungszahlen vollständige Proportionalität zu bestehen scheint". Jedoch ist die Klangverwandtschaft nicht das einzige Kriterium für die Beurteilung der Intervalle, wie Helmholtz behauptet, sondern wir besitzen, wie Wundt hervorgehoben, „außerdem ein unmittelbar in der Empfindung gelegenes Maß für endliche Tonhöhenunterschiede"; denn die Beurteilung der Lage des mittleren Tones Mv zu den beiden Grenztönen T und H ist eine Vergleichung der beiden Distanzen T Mv und Mv H. Diese Distanzen wurden aber meistens in den Versuchen von Tönen gebildet, welche gar keine Klangverwandtschaft haben. So wurde z. B. in den vom Gehöre bevorzugten Oktaven 256 bis 512 Schwingungen in der Sekunde zwischen diesen beiden Grenztönen Mv in den auf einander folgenden Versuchen = 436, 384, 400, 428, 328, 432, 408 usw. genommen, und über sein Verhalten zu 256 und 512 geurteilt. Allerdings zeigt sich der Unterschied der Beurteilung zwischen den harmonischen und unharmonischen Versuchsreihen, daß bei den letzteren das Maximum der richtigen Schätzungen der Empfindungsmitte langsamer erreicht wurde als bei den harmonischen, daß also harmonische Intervalle leichter aufgefaßt werden. In der Oktave 256—512 ist das Urteil darum sicherer, weil sie in Musik und Gesang gewöhnlicher verwandt wird. Die tieferen Töne verlangen eine längere Zeit zur Beurteilung, weil sie langsamer an- und abklingen, bei den höheren wirkte die verschiedene Empfindungsstärke störend auf das Urteil.

Dagegen C. Stumpf:[1])

Fechner hatte das Tongebiet als den auffälligsten Beweis für

1) Über Vergleichungen von Tondistanzen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1890. 1. Bd. S. 419.

Digitized by Google

das Weber'sche Gesetz bezeichnet, weil die Abstände der empfundenen Töne proportional den Quotienten der Schwingungszahlen gehen. Wundt und Lorenz glaubten durch ihre Versuche dargetan zu haben, daß dies durchaus unrichtig sei, indem der Abstand eines zwischen zwei Tönen liegenden mittleren Tones von diesen regelmäßig so geschätzt würde, daß „nicht die relative, sondern die absolute Reizmitte, nicht das gleiche Verhältnis, sondern die gleiche Differenz der Schwingungszahlen als Mitte zwischen zwei Tönen anerkannt werde." Zugleich sollten diese Versuche den endgiltigen Beweis liefern für den Satz, daß unser Ohr ohne Rücksicht auf harmonische und disharmonische Verhältnisse Tonhöhen messend vergleichen könne. Eine Prüfung der zahlreichen Versuche von Lorenz ergab aber Stumpf folgendes:

„1. Bei allen Intervallen, welche eine ausgesprochene musikalische Mitte besitzen, wurde dieselbe mit großer Bestimmtheit als Empfindungsmitte geschätzt, ausgenommen bei den Doppeloktaven. 2. Bei diesen, wo das Urteil sich energisch von dem musikalischen Eindruck emanzipierte, und in allen Fällen, wo eine musikalische Mitte nicht eindeutig vorhanden war, ergaben sich starke Schwankungen des Urteils. Doch entsprachen in den letzteren Fällen den mehreren zwischenliegenden musikalisch ausgezeichneten Tönen gleichwohl häufig sekundäre Maxima. Bei den um eine Oktave vermehrten Quinten und Sexten machte sich die musikalische Mitte zwischen dem höheren Grenzton und dem ersten Oberton des tieferen in solcher Weise geltend. 3. Bei unmusikalischen Tonkombinationen wurde die musikalische Mitte des nächstliegenden musikalischen Intervalls als Empfindungsmitte angegeben, doch auch hier mit größeren Schwankungen als bei 1. 4. Wo überhaupt eine größere Bestimmtheit des Urteils hervortrat, also wo eine musikalische Mitte deutlich vorhanden war, da waren es die musikalisch begabteren und geübteren Beobachter, welche diese bestimmten Urteile abgaben, während die Tabellen der Unmusikalischen die größten Schwankungen und Unregelmäßigkeiten zeigen. Kurz, bis in alle Einzelheiten werden uns die Tabellen (von Lorenz) verständlich, wenn wir das musikalische Intervallbewußtsein in eigentlichem Sinne als maßgebend betrachten."

Und weiter C. Stumpf:[1])

Wundt und Lorenz glaubten endgiltig dargetan zu haben, daß das Weber'sche Gesetz bei Tondistanzschätzungen nicht gelte, daß vielmehr die objektive Reizmitte auch subjektiv als Mitte empfun-

1) „Wundt's Antikritik". Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1891. 2. Bd. S. 266.

Digitized by Google

den werde, also die Empfindungen nicht den geometrischen, sondern den arithmetischen Verhältnissen der Reize entsprechen. Stumpf hielt diese Schätzungen für unbeweisend, da sie durch musikalische Gewohnheiten, insbesondere Klangverwandtschaften beeinflußt seien.

Dagegen hatte Wundt unter anderem repliziert, Stumpf habe bloß die Lorenz'schen Rohtabellen oberflächlich angesehen, Stumpf erklärt dagegen, sie genau studiert zu haben; sie bewiesen besser als die umgerechneten Resultate, und auch Wundt rekurriere auf die Rohtabellen: darum erklärt er die ganze Antikritik von Wundt für „eine ununterbrochene Kette von Verdächtigungen und Unterstellungen."

Zwischen Wundt und Stumpf vermittelt G. Engel.[1])

In der Streitfrage zwischen C. Stumpf und W. Wundt, ob wir als Mitte zwischen zwei Tönen deren geometrische oder arithmetische Mitte wahrnehmen, gibt der Verf. in mehreren Punkten dem ersteren Recht. Erstens hat Stumpf darin Recht, daß er musikalisch gebildete Versuchspersonen verlangt, unmusikalische können sich um ganze Oktaven irren. Zweitens, daß er verlangt, es müßten Beobachtungen an obertonfreien oder wenigstens in Tiefe, Mittellage und Oberton gleichen Klängen angestellt werden. Drittens, nach Wundt müßte $c : c^1$ dieselbe Distanz sein, wie $c^3 : d^3$. Tatsächlich bezieht sich „bei weiterem Hinaufrücken der Tonhöhe die gleiche arithmetische Differenz auf ein immer kleiner werdendes Intervall". „Je weiter die Entfernung vorschreitet, desto weiter schreitet auch der Abstand zwischen der geometrischen und arithmetischen Mitte vor."

„Die Beobachtungen von Lorenz sind nicht über zwei Oktaven hinausgegangen. . . Warum verglichen sie nicht 32 (Contra-C) mit 1024 (c^3) und suchten hier die Empfindungsmitte? Als geometrische Mitte ergibt sich in diesem Falle die temperierte (nicht die reine) übermäßige Quarte fis, als arithmetische der Ton 528 . . .; hier war also zwischen arithmetischer und geometrischer Mitte ein Abstand von $1^1/_2$ Oktaven, während die Reihe von je zwei Oktaven, über die sie nicht hinausgingen, nur einen Abstand von einer großen Terz ergibt. Daß innerhalb zweier Oktaven die Beurteilung der Mitte vermittelst eines bloßen Kostens oder Schmeckens der Tonempfindung sich um eine Terz zu irren vermag, konnte jeder einigermaßen erfahrene Musiker vorherwissen."

„Als eine weitere Fehlerquelle bei den Lorenz'schen Untersuchungen (welche Wundt zu Grunde legt) erscheint mir endlich noch

1) Über Vergleichungen von Tondistanzen. A. a. O. S. 301.

Digitized by Google

der Umstand, daß die Beobachter durch die dauernde Gewöhnung an sehr kleine Tonunterschiede für die Aufmerksamkeit auf das Arithmetische künstlich erzogen wurden."

Nach der Methode der richtigen und falschen Fälle widerlegt M. Meyer[1]) experimentell die Annahme, daß eine Unterscheidung von Tonhöhen als Erkenntnis der Höhenverschiedenheit möglich sei, ohne zu wissen, welcher Ton der höhere ist. Wundt behauptet, die Methode der richtigen und falschen Fälle sei hier unanwendbar, weil das Urteil über die Höhenverschiedenheit immer sicher sei. Des Verf.'s Experimente beweisen das Gegenteil.

Eine verwandte Frage ist die Empfindlichkeit des Ohres für Intervalle und für Reinheit der Klänge.

Jv. Schiffmánow berichtet darüber:[2])

Das menschliche Ohr ist für Reinheit und Unreinheit der verschiedenen Tonintervalle verschieden empfindlich. Daß Quinte und Oktav besonders gut beurteilt werden können, geht schon aus der Tatsache hervor, daß die Klaviere nach Quinten und Oktaven gestimmt werden. Aber ob Quinte oder Oktav in ihrer Reinheit leichter aufzufassen sind, war schon strittig; die Versuche von Schiffmánow ergeben folgende Reihe der Unterscheidungsempfindlichkeit für sukzessiv gehörte Töne: Oktave, Quinte, Quarte, große Terz, große Sexte, Sekunde, kleine Terz, kleine Septime und große Septime. Von derselben unterscheidet sich nicht erheblich die Folge eines Mitbeobachters Krestow: Oktave, Quinte, Quarte, große Sexte, große Terz, Sekunde, kl. Sexte, kl. Sept., gr. Septe.

Noch ein anderes Gesetz wurde eruiert: „Die Unterschiedsempfindlichkeit für die Verminderung der Intervalle ist größer als für die Zunahme derselben."

Nach K. L. Schäfer und A. Guttmann konnte Stumpf $A_1 C_1$ oder $F_1 A_1$ mit 11 Schwingungen Unterschied nicht unterscheiden, wohl aber CE mit 16 Schwingungen Unterschied; ebenso viel Schwingungsunterschiede fand F. Krüger, indem er c^1, c^2, c^3 untersuchte. Die Verf. unterschieden genauer „beginnende Unreinheit, deutliche Unreinheit, beginnende Zweiheit und deutliche Zweiheit". Für verschiedene Beobachter und für verschiedene Regionen der Ton-

1) Über die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhe. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 16. Bd.

2) Untersuchungen über die Empfindlichkeit des Intervallsinns. Phil. Stud. 1888. 5. Bd. S. 558.

Digitized by Google

skala war der Unterschied der Schwingungen sehr verschieden. In der Tonregion 300 begann für einen Beobachter die Unreinheit schon bei 3, in der Tonregion 1200 erst bei 13 und die deutliche Zweiheit erst bei 21, bei 400 die deutliche Zweiheit schon bei 10 Schwingungen. In der Tonregion 150 konnte ein Beobachter erst bei 30 Schwingungen Unterschied die Zweiheit deutlich erkennen. Für gleichzeitige Töne ist die Unterschiedsempfindlichkeit viel geringer als für auf einander folgende.[1])

In der Frage, ob die Reinheit verschiedener Intervalle leichter oder schwerer erkannt werde, erklären C. Stumpf und M. Meyer:[2])

Nur für die Reinheit der Quinte scheint größere Empfindlichkeit zu bestehen; unter den anderen konsonanten Intervallen scheint kein Unterschied vorhanden zu sein. Es ist nur ein „allgemein angenommenes Dogma, daß die Empfindlichkeit für Verstimmungen mit dem Konsonanzgrade des Intervalles abnehme".

„Über das absolute Gehör" hat J. v. Kries[3]) eine Abhandlung veröffentlicht.

Unter „absolutem Gehör" wird die Fähigkeit verstanden, die absolute Höhe gehörter Töne frei aus dem Gedächtnis zu erkennen. Dieselbe findet sich nicht sehr häufig, der Verf. selbst besitzt dieselbe für Klaviertöne und Streichinstrumente, vermag aber gleich hohe Töne der Stimmgabeln und der menschlichen Stimmen nicht zu bestimmen. Das absolute Gehör ist sehr verschieden von der Auffassung der Intervalle; letztere kann bei Musikern sehr stark entwickelt sein, und doch fehlt das absolute Gehör gänzlich. Daraus scheint zu folgen, daß die gehörten Töne nicht mit einer habituellen Erinnerung verglichen und nach ihr bestimmt werden. Sehr entschiedenen Einfluß hat die Klangfarbe auf die Erkennung, wie obige Erfahrung am Verf. zeigt; doch gibt es auch Musiker, die alle Klangfarben gleich gut bestimmen. Die Höhe von Akkorden wird vielfach besser erkannt als die von einzelnen Tönen. Zur Erklärung erinnert der Verf. an die neuere Assoziationslehre von Lehmann; mit einer Tonempfindung ist assoziiert der Name eines Tones und weckt darum dessen Erinnerung. Doch gibt er zu, daß damit nicht alles erklärt ist.

---

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1903. 32. Bd. S. 87 ff. „Über die Unterschiedsempfindlichkeit für gleichzeitige Töne."

2) Maßbestimmungen über die Reinheit konsonanter Intervalle. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1898. S. 321.

3) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 34. Bd. S. 257.

Digitized by Google

Konsonanz und Dissonanz.

Das schwierigste und wichtigste Problem der Akustik ist ohne Zweifel die befriedigende Erklärung der Konsonanz und Dissonanz bezw. der Harmonie und Disharmonie.

Die epochemachende Arbeit Helmholtz's „Die Lehre von den Tonempfindungen", welche einen Resonanzapparat nach Art einer Klaviatur im Ohre zugrunde legte, hat den Ausgangspunkt und Anstoß zu zahlreichen Experimenten und Erklärungen gegeben, welche zum Teil die Helmholtz'sche Theorie umstoßen, aber selbst unter sich wenig übereinstimmen.

Viel Aufsehen hat die Theorie des berühmten Tonpsychologen C. Stumpf gemacht, der die Helmholtz'sche und die mit ihr verwandte Wundt'sche Auffassung völlig umstößt, und in der „Verschmelzung" zweier oder mehrerer Töne die Konsonanz findet.

Dessen Auffassung wieder diametral entgegengesetzt ist die Lipps'sche, welche einen unbewußten Rhythmus, der dem physikalischen Rhythmus der Tonschwingungen entspricht, als Grund der Harmonie und weiter auch der Melodie annimmt. M. Meyer wendet sich vielfach gegen Stumpf und Lipps.

Die „Verschmelzung" Stumpf's hat zu vielen Erörterungen Anlaß gegeben. Hören wir darüber zunächst E. Buch:[1])

Die Verschmelzung von Empfindungen ist in neuer Zeit, besonders durch Stumpf angeregt, vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Nach Stumpf ist „Verschmelzung dasjenige Verhältnis zweier Empfindungen, infolgedessen der Gesamteindruck mit höheren Stufen desselben unter sonst gleichen Umständen sich immer mehr dem einer Empfindung nähert und immer schwerer analysiert wird."[2])

Gegen ihn richtet sich die Definition von Cornelius: „Wo immer in einem Empfindungsganzen eine Summe von Teilempfindungen angenommen werden muß, ohne daß diese einzeln bemerkt werden, wollen wir im Folgenden, gleichgültig ob es sich um gleichzeitige oder sukzessive Teilempfindungen handelt, von Verschmelzung der Teilempfindungen reden. Der Begriff der Verschmelzung erscheint nach dieser Festsetzung einfach als Korrelat der Analyse: nicht analysierte Empfindungen sind verschmolzen, durch die Analyse wird die Verschmelzung zerstört."[3])

1) Über die „Verschmelzung" von Empfindungen besonders bei Klangeindrücken. Philos. Stud. 1898. 15. Bd. S. 1 ff.

2) Tonpsychol. 2. Bd. S. 128.

3) Vierteljahrsschrift f. wissensch. Philos. 16. Bd. S. 404 ff. 17. Bd. S. 30 ff.

Digitized by Google

Nach O. Külpe gilt, daß eine Verbindung von Bewußtseinselementen dann „als Verschmelzung zu bezeichnen ist, wenn bei räumlicher und zeitlicher Gleichheit eine qualitative Verschiedenheit der verbundenen Elemente besteht, als eine Verknüpfung dagegen, wenn diese räumliche oder zeitliche Unterschiede darbieten.“ [1]) Bei der Verschmelzung kommen nach ihm unbewußte Komponenten vor, die jedoch zum Gesamteindruck beitragen.

Wundt unterscheidet Verschmelzung, Assimilation und Komplikation als drei Formen der „Simultan-Assoziation.“ „Allen Verschmelzungen ist die eine Eigenschaft gemein, daß in dem Komplex der mit einander vereinigten Empfindungen eine einzige, und zwar im allgemeinen die stärkste, die Herrschaft über alle anderen gewinnt, so daß diese nur noch die Rolle modifizierender Momente übernehmen, deren selbständige Eigenschaften in dem Verschmelzungsprodukt untergehen.“ [2]) Als frappantestes Beispiel führt er die Verschmelzung der Partialtöne eines Klanges an. „Assimilation“ findet statt, wenn eine neu eintretende Vorstellung eine frühere hervorruft, die sich mit ihr zu einer Vorstellung verbindet, wie die Vorstellungen von der Entfernung und wirklichen Größe der Gegenstände, das Übersehen von Druckfehlern, alle Illusionen usw. „Komplikation“ findet zwischen den Vorstellungen disparater Sinnesgebiete statt.

Buch selbst gibt folgende Definition von der Verschmelzung: „Wir sprechen von Verschmelzung überall da, wo wir mehrere Reize antreffen, die statt daß jeder eine Vorstellung erzeugt, die ebenso klar und deutlich ist, als wenn der entsprechende Reiz allein auftrete, ein Vorstellungsganzes hervorbringen, während sich sofort eine Änderung in diesem Vorstellungsinhalte ergibt, wenn einer von den Reizen — gleichgültig welcher — wegfällt.“ „Einfacher Reiz soll aber nicht physikalisch oder physiologisch verstanden werden, sondern ein solcher, der für sich eine deutliche Empfindung auslösen würde.“ Demgemäß findet der Verf. gegenüber den angeführten Auffassungen in der Verschmelzung das ursprünglich Gegebene; die Vorstellungen bilden von Anfang ein Ganzes: das Spätere, also das eigentlich zu Erklärende ist die Analyse. Diese wird hauptsächlich durch die Aufmerksamkeit, welche ihrerseits wieder im Interesse ihren Grund hat, gefördert. Alles, was die Aufmerksamkeit ablenkt, erschwert die Analyse. Durch Übung der Analyse kann die Verschmelzung immer lockerer werden.

---

1) Grundr. der Psych. 1893. S. 286.

2) Grundzüge der phys. Psychol. 4. Aufl. II. S. 437 f.

Digitized by Google

Und weiter:[1])

„In unserem Versuchsresultate läßt sich keinerlei Unterschied in dem Verschmelzungsgrade der verschiedenen Intervalle nachweisen, der sich nicht mit Hilfe der allgemeinen Bedingungen und Gesetze für Verschmelzung und Analyse in Verbindung mit den besonderen physischen Verhältnissen, welche die Töne darbieten, erklären ließe, mit Ausnahme jedoch der Oktaven und Duodezimen; im Gegenteil berechtigen unsere Versuche durchaus zu dem Schlusse, daß sich kein solcher Unterschied findet."

„Stumpf hat die Frage in ein vollständig falsches Geleise gelenkt, indem er die Begriffe ‚Einfachheit' und ‚Verschmelzung' vermengt und den wesentlichen Unterschied in der Beurteilung infolge von Gesamteindrücken und mit Hilfe von Analysen übersehen hat. Soll die Frage gelöst werden, so ist es also notwendig: fürs erste einzusehen, daß Einfachheit eins und Verschmelzung ein anderes ist, das von dem ersteren abhängig sein kann, aber nicht abhängig zu sein braucht; und zum anderen muß man sich bei der Durchführung seiner Versuche und bei der Auslegung der Resultate derselben beständig vor Augen behalten, daß das Urteil über die Einfachheit oder Mehrheit eines Klangeindruckes mit Hilfe von Analysen zustande kommen kann, aber auch durch den Gesamteindruck allein bestimmt werden kann."

Mit Stumpf stimmt A. Faist[2]) nur teilweise überein, findet jedenfalls dessen Verschmelzungsgrade nicht bestätigt. Er erklärt zunächst den Begriff der Verschmelzung selbst genauer. Er nimmt das Wort nicht im Sinne Herbart's, auch nicht im Sinne Wundt's sondern im Sinne Stumpf's als „dasjenige Verhältnis zweier Empfindungsinhalte, wonach sie eine engere Einheit bilden als diese zwischen den Gliedern einer bloßen Summe stattfindet."

Indeß bedürfen nach ihm die von Stumpf aufgestellten Verschmelzungsgrade einer Revision. Der Grad der Verschmelzung kann entweder indirekt durch die Schwierigkeit der Analyse z. B. eines Klanges oder durch direkte Beobachtungen ermittelt werden. Ersteres Verfahren ist nicht ganz zuverlässig, da die Auflösbarkeit eines Akkordes auch von anderen Momenten als der Einigkeit der Verschmelzung der Einzeltöne abhängen kann. Durch Anwendung beider

1) Über die „Verschmelzung" der Empfindungen besonders bei Klangeindrücken. A. a. O. S. 183.

2) Versuche über Tonverschmelzung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 15. Bd. S. 102. ff.

Digitized by Google

Methoden fand Faist die Verschmelzungsgrade der Tonintervalle wie folgt: Oktav, Quint, Quart, Triton (f—h, c—fis), große Sext, große Terz, kleine Sext, kleine Terz, kleine Sept., große Sekunde. Darnach ist das Hauptergebnis Stumpf's, das die Verschmelzungsstufe von der Einfachheit der Schwingungs-Verhältnisse der Intervalle abhängig macht, nicht allgemein gültig; denn wenigstens der Triton hat ein komplizierteres Verhältnis ($^{45}/_{32}$ für f-h, $^{25}/_{18}$ für c-fis) als Sexten und Terzen und selbst als Septimen und Sekunden.

Das 2. Gesetz Stumpf's: „Der Verschmelzungsgrad ist unabhängig von der Tonregion", d. h. in allen Oktaven gleich, fand Verf. ziemlich bestätigt, bloß wenig nahm die Verschmelzbarkeit nach oben ab und nach unten ein wenig zu.

Das 3. Gesetz von Stumpf lautet: „Der Verschmelzungsgrad ist unabhängig von der Stärke der Komponenten, sowohl der absoluten wie der relativen."

Dagegen fand Verf., daß bei geringerer absoluter Intensität die Verschmelzung sich leichter, bezw. wenigstens die Analyse sich schwieriger vollzieht. Wenn der niedere Ton stärker ist, wird die Verschmelzung stärker, schlechter, wenn der höhere stärker ist.

Gegen O. Külpe verteidigt Verf. den Stumpf'schen Satz: „Durch Hinzufügen eines beliebigen dritten und vierten Tones wird der Verschmelzungsgrad zweier gegebenen Töne in keiner Weise beeinflußt." „Durch das Hinzutreten der Obertöne wird die Verschmelzung der höheren Verschmelzungsstufen vergrößert, die der niederen aber herabgesetzt." Dies gilt auch als Analysengesetz. „Sehr kleine Abweichungen der Schwingungszahlen von den natürlichen, einfachen Verhältnissen der einzelnen Intervalle erzeugen keine merkliche Änderung des Verschmelzungsgrades." „Die Verschmelzungsgrade bleiben auch in der Phantasievorstellung erhalten." Verf. hört sogar die Schwebungen in der Phantasie, welche Stumpf nicht vorstellen kann.

Gegen Stumpf, der auch bei über die Oktav hinausgehenden Intervallen dieselben Verschmelzungsstufen aufstellt, findet der Verf.: „Die über eine Oktav hinausreichenden Intervalle haben durchgehends einen geringeren Verschmelzungsgrad als die entsprechenden innerhalb einer Oktav; und die Verschmelzung nimmt bei Hinzufügung weiterer Oktaven fortgesetzt ab."

Sehr scharf ist Lipps[1]) gegen Stumpf aufgetreten.

Er setzt sich auseinander mit Stumpf, dem Verschmelzung zweier Töne als deren Konsonanz gilt. Dagegen bemerkt Lipps: In der

1) Tonverwandtschaft und Tonverschmelzung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 18. Bd. S. 1.

Digitized by Google

Beurteilung der Verschmelzung, d. h. der Annäherung an die Einheit der Töne gibt es, zumal bei Unmusikalischen, große Verschiedenheit, und doch ist die Konsonanz dieselbe. Es besteht auch Konsonanz zwischen sukzessiven Tönen. Ein sehr dissonanter Klang hat eine starke Verschmelzung der schwächeren Obertöne mit dem Grundton.

Seine eigene Theorie[1]) legt Lipps dar in dem Aufsatze: „Über den Begriff der Verschmelzung und damit Zusammenhängendes in Stumpf's Tonpsychologie".

Wenn durch Analyse eines Klanges die Partialtöne, welche vorher verschmolzen waren, einzeln gehört werden, so müssen sie nach Stumpf auch schon vorher Gegenstand bewußter Empfindung gewesen sein. Lipps dagegen meint, sie könnten nur unbewußt, als Bedingungen einer bewußten Empfindung vorhanden gewesen sein.

Gegen Ebbinghaus führt er aus:[2])

Dieser meint, C und c verschmelzen darum, weil sie von teilweise identischen Stellen der Basilarmembran herrühren. Zugleich sollen sie aber auch dadurch ihre qualitative Differenzierung erhalten. Bei ihrem Zusammentreffen verlieren sie einen Teil ihrer charakteristischen Qualität. Aber „der Verlust der Charakteristik ist gleichbedeutend mit einer Steigerung der qualitativen Verschiedenheit der beiden Töne. Auf diese Steigerung der qualitativen Verschiedenheit also gründet Ebbinghaus die Neigung die beiden Töne zu verschmelzen." Vielmehr ist die Gemeinsamkeit im Rhythmus 200 und 100, der auch in zentralen Vorgängen sich wiederspiegeln muß, der Grund der Einheit.

Nach Stumpf ist der Grad der Verschmelzung proportional dem der Konsonanz. Dies fanden A. Meinong und St. Witasek[3]) nicht bestätigt. Es ergeben sich manche Abweichungen von den Resultaten Faist's und Stumpf's.

Die Abstufung der Verschmelzung innerhalb einer Oktav wäre: Oktav, Quint, Quart, große Sext, große Terz, kleine Terz, kleine Sext, Triton usw. Über die Oktav hinaus: Duodezim, Doppeloktav, große Dezim usw. Die Behauptung Stumpf's, daß die Intervalle über die Oktav hinaus dieselben Verschmelzungsstufen darbieten wie innerhalb derselben, bestätigt sich in keinem Falle.

---

1) Philos. Monatshefte. 1892. 28. Bd. S. 447.

2) Einige psychologische Streitpunkte. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 28. Bd. S. 145.

3) Zur experimentellen Bestimmung der Tonverschmelzungsgrade. A. a. O. 1898. 15. Bd. S. 189.

Digitized by Google

Mit Bezugnahme auf Ebbinghaus.[1]) der gegen Helmholtz annimmt, „daß sich in jeder Zelle des Schneckennerven im Laufe der Zeit nicht nur eine starke Gewöhnung an die Eigenperiode ihres Resonators ausbilden muß, sondern daneben auch noch eine ziemlich starke Gewöhnung an doppelt so schnelle oder dreimal so schnelle Schwingungen", geben die Verf. zwei Gründe der größeren Verschmelzbarkeit zweier Töne an: „a) je näher ihnen der Klang steht, auf den sie als Partialtöne bezogen werden können, b) je größerer Zahlenwert dem Verhältnis ihrer Schwingungszahlen zukommt". Tatsächlich konnten 11 Verschmelzungsstufen diesem Schema und damit der Ebbinghaus'schen Theorie subsumirt werden.

Eine Entgegnung auf die zahlreichen Angriffe gibt Stumpf in der Abhandlung: „Neueres über Tonverschmelzung".[2])

Sie richtet sich gegen die von den Ergebnissen des Verf.'s abweichenden Behauptungen Faist's, Külpe's, Meinong-Witasek's. In dem Hauptpunkte der Verschmelzungslehre besteht gar keine Meinungsverschiedenheit: dieser ist die Abstufung der Verschmelzung für Oktave, Quinte, Terz: daß der Grad der Verschmelzung von den Schwingungsverhältnissen abhänge, hatte Stumpf nur als approximativen Leitfaden angesehen.

Verf. bestreitet die Einwände Faist's, Meinong's, Wundt's gegen die von ihm behauptete Unabhängigkeit der Verschmelzung von der Intensität der Teiltöne. Die Unterscheidbarkeit der letzteren darf nicht mit der geringeren Innigkeit der Verschmelzung verwechselt werden. Übrigens wird doch auch die Oktave als solche d. h. der Verschmelzungsgrad erkannt, wenn auch der Ton eine minimale Stärke hat. Wird denn die Konsonanz durch Verminderung der Stärke des einen Tones zur Dissonanz? Durchaus unhaltbar erscheint dem Verf. die Aufstellung Külpe's, daß durch Hinzufügung von Tönen die Verschmelzung abnehme.

Auch die Behauptung von Faist, Meinong, Wundt, daß die über die Oktav hinausgehenden Intervalle geringere Verschmelzungsgrade besäßen, bestreitet er entschieden. „Woran erkennen wir überhaupt die Doppeloktave, wenn nicht daran, daß die beiden Töne die gleiche Verschmelzung und nur größere Distanz haben wie bei der Oktave?"

Lebhaft wird gestritten darüber, ob die Leichtigkeit der Analyse einen Gradmesser der Verschmelzung bilde.

---

1) Grundzüge der Psychologie. S. 318.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 15. Bd. S. 280.

Digitized by Google

C. Schulze[1]) antwortet genauer auf die zwei von ihm gestellten Fragen:

1. Welches ist die Ursache der in der Schwierigkeit der Analyse gleichzeitiger Töne zum Ausdruck kommenden musikalischen Verwandtschaft? 2. Warum ist bei naheliegenden Tönen die Analyse nicht erschwert, wie nach Helmholtz' Theorie zu erwarten steht?

Auf erstere Frage antwortet der Verf auf Grund seiner Versuche: „Die Schwierigkeit der Analyse eines musikalischen Intervalls ist in erster Linie abhängig von dem Verhältnisse desselben zu dem Normalklang jedes Individuums, d. h. demjenigen Obertonklang, welcher für das betreffende Individuum die größten Schwierigkeiten der Analyse bietet. In dem Maße als sich ein Intervall diesem Normalklang nähert, ist seine Analyse erschwert. Ist uns also erst einmal für ein Individuum der normale Obertonklang gegeben, so lassen sich aus demselben alle musikalischen Verwandtschaften einfach mathematisch ableiten." „Hiermit sind zugleich die Gesetze der musikalischen Verwandtschaft gegeben, und die mathematischen Verhältnisse, welche in der musikalischen Verwandtschaft zum Ausdruck kommen, erhalten eine psychologische Deutung, indem sie auf dieselbe Ursache zurückgeführt werden, welche auch den Grund der Analysierbarkeit der Oberklänge bestimmt, nämlich auf das allgemeine psychologische Gesetz (von Wundt): „die Verbindungen von Vorstellungselementen sind um so fester, je konstanter sie sind."

Auf die zweite Frage ergibt sich die Antwort: „Entsprechend der Helmholtz'schen Theorie ist wirklich bei engen Intervallen die Analyse erschwert." [2])

Eine sehr selbständige Stellung nimmt in der Frage Max Meyer[3]) ein. Gegen die Helmholtz'sche Resonanztheorie spricht er sich sehr entschieden aus, jedenfalls verlange sie eine Verbesserung.

Die Helmholtz'sche Erklärung der Kombinationstöne erfährt eine Ergänzung. „Der Hauptsatz der Helmholtz'schen Theorie, die Zerlegung jeder Welle in Sinusschwingungen durch Resonatoren im Ohre dürfte schwerlich anzufechten sein . . . Dagegen vermag die Helmholtz'sche Theorie die Differenztöne nicht zu erklären. Dies hat Helmholtz selbst erkannt und deshalb zu seiner mathematischen Ableitung der Kombinationstöne gegriffen, die aber den Tatsachen nicht genügend entspricht."

1) Über Klanganalyse. Philos. Stud. 1898.

2) Philos. Stud. 1898. S. 479.

3) Über Kombinationstöne und einige hierzu in Beziehung stehende akustische Erscheinungen. Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. 11. Bd. S. 177.

Digitized by Google

Der Verf. versucht es deshalb mit einer Zerlegung der resultierenden Klangwelle und findet so einen Weg, „das Heraushören der Teiltöne aus einem zusammengesetzten Klange, den Zwischenton bei kleinen Intervallen, Schwebungen, sowie Differenztöne beliebig hoher Ordnung — alles aus einem und demselben Prinzip herzuleiten". Dies geschieht von ihm nicht bloß in geometrischer Konstruktion, sondern er zeigt auch die physikalische Möglichkeit einer derartigen Zerlegung. „Unter Voraussetzung eines gewissen einfachen, rein mechanisch wirkenden Apparates im Ohre wird der Gestalt der Kurve der Schwingung ein Einfluß zugeschrieben, auf diese Weise für eine Anzahl wichtiger akustischer Tatsachen eine Erklärung gewonnen, nach der man unter Voraussetzung der bisherigen Theorien (auch der verbesserten von Wundt und Hermann) vergeblich gesucht hat."

In dem Aufsatze: „Zur Theorie der Differenztöne und der Gehörsempfindungen überhaupt"[1]) verwirft er die Helmholtz'sche Resonanzhypothese. Bezold hat geglaubt, seine Entdeckung der Lücken im Tonkontinuum biete den Ohr-Resonatoren eine Stütze: sie beweisen gerade die Unmöglichkeit von Resonatoren im Ohre. Schon früher fand Verf.: „Die Differenztöne sind subjektiven Ursprunges, d. h. sie entstehen durch die eigentümliche Funktion unseres Gehörorgans."

Er stellt nun folgende neue Theorie des Hörens auf:

Er nimmt eine Zerlegung der Tonwelle im Ohre an, wobei zunächst die kleinsten Hin- und Herbewegungen ihre Wirksamkeit verlieren; dann die größeren usw. Ein Druck des vom Schalle erschütterten Steigbügels auf das Vorhofswasser verschiebt die Wassersäule der Vorhofstreppe nicht in ihrer Längsrichtung, sodaß die verdrängte Wassermenge durch die Kommunikationsöffnung auf die Paukentreppe überflösse, sondern so, daß durch die auf diesem längeren Wege dem Wasser sich entgegenstellenden Reibungswiderstände die membranösen Wände des häutigen Schneckenkanals gegen die Paukentreppe hin sich buchten.

„Da der längere Weg der Flüssigkeit einen größeren Reibungswiderstand entgegensetzt, so buchten sich die Membranen des Schneckenkanals dort aus, bis wohin die Flüssigkeit den kürzesten Weg zurückzulegen hat, also am Anfange der Schnecke. Je größer die durch den Steigbügel verdrängte Flüssigkeitsmenge ist, um so weiter erstreckt sich der in Bewegung geratene Teil der Membrane . . .; und bei äußerst starken Tönen dürften wohl die membranösen Wände in ihrer ganzen Länge sich ausbuchten. Es wird kaum jemand leugnen können, daß

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 16. Bd. S. 1.

Digitized by Google

diese Annahme rein den anatomischen Befunden nach eine viel größere Wahrscheinlichkeit hat, als jene andere, daß die Basilarmembran aus vielen tausenden Resonatoren bestehe."

Die an der Schneckenspitze gelegene Öffnung, welche Vorhofs- und Paukentreppe direkt verbindet, hat die Funktion eines Sicherheitsventils gegen das Zerreißen der Basilarmembran, wenn z. B. durch starken Druck des Steigbügels eine Ausbuchtung der ganzen Membrane die verdrängte Flüssigkeitsmenge nicht fassen kann. Der Verf. erläutert dann durch Zeichnungen die Zerlegung und den Verlauf der Wellen.

Dazu nimmt Ebbinghaus[1]) Stellung.

Ebbinghaus hatte behauptet, die Helmholtz'sche Resonanztheorie habe durch die Entdeckung der Tonlücken und Toninseln von Betzold eine neue Stütze erhalten, bedürfe jedoch der Ergänzung durch die Annahme, daß eine die Basilarmembran treffende einfache Tonwelle nicht nur die direkt auf sie abgestimmten Fasern in Mitschwingung setze, sondern bis zu einer gewissen Grenze auch die auf harmonische Untertöne abgestimmten, und zwar diese in Teilschwingungen unter Bildung von Knotenpunkten. Meyer findet gerade einen Widerspruch zwischen den Tonlücken und der neuen Resonanztheorie, den Ebbinghaus zurückweist. Er bemerkt, daß die Ohren mit Tonlücken meistens überhaupt erkrankt sind, und auch die perzipierenden Teile des Ohres eine stark herabgesetzte Hörschärfe besitzen.

In der Abhandlung: „Über Tonverschmelzung und die Theorie der Konsonanz" sucht M. Meyer[2]) die Theorie Stumpf's, welche die Konsonanz gegen Helmholtz durch Tonverschmelzung, nicht durch Obertöne erklärt, zu bestätigen. Daß die Schwebungen nicht, wie Helmholtz annimmt, Grund der Dissonanz sind, hat Stumpf durch Konstruierung des Akkordes: cis : e′ : b′ : fis² : dis³ an Stimmgabeltönen experimentell nachgewiesen. Derselbe ist (172 : 330 : 472 : 676 : 1230) „schwebungsfreier als der konsonanteste Akkord der Musik und doch arg dissonierend."

M. Meyer wendet die Verschmelzung auch auf die Verbindung dreier Töne an: Da ergibt sich aber der von Riemann erhobene Einwand, daß der Dreiklang c : e : gis, der aus lauter Konsonanzen, und also aus lauter verschmelzbaren Intervallen besteht, eine offenbare Dissonanz bildet. Doch zeigt Verf., daß hier die Verschmelzung tatsächlich sehr gering ist.

1) Bemerkungen zu der Abhandlung M. Meyer's „Zur Theorie der Differenztöne usw." Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 16. Bd. S. 132.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane. 17. Bd. S. 401.

Digitized by Google

Indem er fünf Dreiklänge mit einander vergleicht, findet er, daß die vollkommene Konsonanz c-e-g die kleinsten Verhältniszahlen 4-5-6, c-e-gis die größten 12-15-19, mittlere Konsonanzen wie c-dis-fis mittlere Zahlen 5-6-7 zeigen. „Ein Dreiklang zeigt um so größere Verschmelzung, je größer die Einfachheit des Zahlenverhältnisses, sowohl im ganzen als auch paarweise ist."

Eine Kritik des vorigen Aufsatzes von Meyer gibt C. Stumpf.[1])

Es ist nicht zutreffend, daß Unmusikalische bei den Experimenten über Tonverschmelzung nicht zu brauchen seien; unrichtig, daß dieselben keine Analyse der Intervalle vornehmen können. Zwischen Unmusikalischen und Musikalischen besteht hierin nur ein gradueller Unterschied. Inbezug auf das letzte von Meyer über die Verschmelzung des Dreiklanges aufgestellte Gesetz würde folgen, daß der Dreiklang 3:4:7 (g-c-f') konsonanter wäre als der Dreiklang 3:5:8 (e-h-g'). „Das gäbe eine wunderbare Harmonielehre."

Der Aufsatz M. Meyer's, „Nachtrag zu meiner Abhandlung „Über Tonverschmelzung und die Theorie der Konsonanz"[2]) richtet sich gegen Stumpf's Kritik. Er erklärt gegen diesen schärfer als früher: 1° Daß durch das Konsonanzverhältnis die Analyse erschwert wird, ist bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen. 2° Es ist wahrscheinlich, daß durch das Konsonanzverhältnis die Analyse erleichtert wird. 3° Die verschiedenen Grade der Konsonanz zweier oder mehrerer Töne können sowohl durch die Beobachtung von seiten Musikalischer als Unmusikalischer festgestellt werden. 4° Unmusikalische kann man zur Beobachtung der Konsonanz veranlassen, indem man sie einen Klang von beschränkter Dauer hören läßt und sie fragt, ob es ein Ton oder eine Mehrheit von Tönen gewesen sei. 5° Die Theorie der Konsonanz kann nicht allein auf die Beobachtung der Konsonanz von je zwei Tönen gegründet werden.

C. Stumpf's Erwiderung lautet:[3]) „Gegenüber so groben Mißgriffen, die eine verstärkte Fortsetzung der früheren bilden, muß ich jede Hoffnung auf Verständigung aufgeben." Von Stumpf trennt Meyer dessen Behauptung, „daß die unmusikalischen Versuchspersonen fast niemals analysierten, daß ihre bestimmten Aussagen, mehrere Töne zu hören, nur bedeuten sollten, der Klang sei durch mehrere Instrumente hervorgebracht.

---

1) Die Unmusikalischen und die Tonverschmelzung. A. a. O. S. 422.
2) A. a. O. 1898. 18. Bd. S. 274.
3) S. 294.

Digitized by Google

Nochmals wendet sich M. Meyer[1]) gegen Stumpf, der die beiden Gesetze aufgestellt: a) „In einem ruhenden Zusammenklang scheint das Ganze die Höhe des tiefsten Tones zu haben, auch wenn dieser nicht zugleich der stärkste ist." b) „Bei auf einander folgenden Zusammenklängen macht das Ganze scheinbar die Bewegung der in den größten Schritten bewegten Stimme mit." (Tonpsych. II. § 25.)

Darauf stützt Meyer[2]) eine „Erweiterung der Theorie des Hörens". Fortsetzung der Abhandlung des Verf.'s: „Zur Theorie der Differenztöne und der Gehörsempfindungen überhaupt."

Wenn ein schwacher Ton mit einem anderen stärkeren gleichzeitig gehört werden soll, muß er stärker sein, als wenn er für sich allein nach dem ersteren gehört wird. Dafür kann die landläufige Resonanzhypothese keine Erklärung bieten, wohl aber die neue Hörtheorie des Verf.'s. Nach derselben „hängt es nicht wesentlich von der Form der auf das Ohr einwirkenden Schwingung, sondern von der Zahl der Maxima und Minima (und deren Ordinatenwerten) ab, welche Töne gehört werden".

Die Lipps'sche Theorie der Konsonanz wird bündig dargelegt von R. Hohenemser.[3])

Die Helmholtz'sche Ansicht, daß die harmonischen Beziehungen auf dem Fehlen oder dem Vorhandensein von Schwebungen, bei sukzessivem Erklingen auf einer durch gemeinsame Obertöne gegebenen Verwandtschaft beruhen sollen, wird von Lipps und Stumpf widerlegt; ebenso bekämpft Lipps die Wundt'sche Theorie, welche durch Obertöne auch die bei gleichzeitigem Erklingen auftretenden Beziehungen erklären will. Die Riemann'sche Klangvertretungslehre wurde von Stumpf schlagend widerlegt. So stehen sich hauptsächlich Stumpf und Lipps gegenüber, von denen jener die Verschmelzung als Norm der Harmonie annimmt, Lipps die unbewußte Wahrnehmung des Rhythmus in den physischen Reizen.

Gegen Stumpf zeigt der Verf., „daß der Verschmelzungsbegriff uns trotz der Aufstellung der verschiedenen Verschmelzungsstufen über das Wesen von Konsonanz und Dissonanz nicht aufklärt, daß er ferner in seiner Anwendung auf das Nacheinander von Tönen, auf

1) Über Beurteilung zusammengesetzter Klänge. Zeitschr. f. Psych. und Phys. d. S. 20. Bd. S. 13.

2) Über die Intensität der Einzeltöne zusammengesetzter Klänge. A. a. O. 17. Bd. S. 1.

3) Zur Theorie der Tonbeziehungen. Bd. 26. S. 65.

Digitized by Google

die Melodie, versagt und endlich, daß er zwar auf einer unleugbaren Tatsache beruht, daß diese Tatsache aber eine letzte sein soll, und weder mit der physikalischen Gesetzmäßigkeit, die sich in den eigentümlichen Schwingungsverhältnissen der Intervalle ausspricht, noch mit dem gesamten Seelenleben in Zusammenhang gebracht ist".

Dagegen löst die Lipps'sche Theorie alle Schwierigkeiten und führt selbst die Verschmelzung auf höhere Gesetze zurück. Darnach wird der Rhythmus, der in den Schwingungszahlen konsonierender Intervalle gegeben ist, von der Seele unbewußt wahrgenommen. „In dem Schwingungsverhältnisse eines Zusammenklanges ist ausgesprochen, daß in einer Zeiteinheit zwei Reihen regelmäßiger Anstöße gleichzeitig ablaufen, daß aber die Zahl der Anstöße in jeder Reihe eine andere ist, und daß somit nur beim Beginn einer neuen Zeiteinheit ein Anstoß der einen Reihe mit einem solchen der anderen Reihe zusammentrifft."

Die rhythmischen Anstöße kommen in ihrem Gefühle zum Bewußtsein. Jeder Rhythmus zwingt die Seele nach einer bestimmten Richtung entweder befreiend oder drückend. „Hören wir gleichzeitig zwei Töne, so wird die Seele von beiden Schwingungsrhythmen gleichsam nach zwei verschiedenen Richtungen gezogen. Da sie eine Einheit ist, muß sich hieraus sozusagen ein bestimmtes Spannungsverhältnis ergeben, und dies kommt uns in dem Verhältnis der beiden Tonempfindungen zum Bewußtsein." „Je weniger die Schwingungsrhythmen zweier gleichzeitiger Töne die Seele in verschiedene Richtung zu schwingen, ihr verschiedene Betätigungsweisen abzunötigen suchen, um so verwandter, um so ähnlicher erscheinen uns naturgemäß die beiden Töne, und umgekehrt. Die verschiedenen Verwandtschaftsgrade drängen sich uns bei gleichzeitigem Erklingen der Töne unmittelbar auf und entsprechen genau den Verschmelzungsstufen Stumpf's. Nun sind also zwei Töne um so konsonanter, je ähnlicher; je weniger verwandt, um so dissonierender, unangenehmer". Denn „das psychologische Geschehen vollzieht sich am leichtesten, also mit Lust, wenn es zwischen gleichartigen Elementen sich bewegt, zwischen ungleichartigen mit Hemmung".

So annehmbar diese Theorie rein psychologisch betrachtet erscheinen mag, so werden ihr doch von Fachmännern namentlich in der experimentellen Psychologie schwere Bedenken entgegengesetzt.

Gerade die Helmholtz'sche Resonanztheorie, welche nach Vorstehendem vielfach angegriffen worden ist, hat ihre Verteidiger gefunden.

W. Hansen, der Mitbegründer derselben, dem eine genaue Kennt-

Digitized by Google

nis der histologisch-anatomischen Verhältnisse des Ohres und ihrer embryologischen Entwickelung zu Gebote steht, hat sie mit gutem Erfolg rehabilitiert.[1]) Sehr gewichtige Einwände gegen dieselbe wurden schon durch experimentelle Versuche in betreff der Unterbrechungs- und König'schen Stoßtöne widerlegt. Hansen beschäftigt sich mit der Tatsache, daß mindestens zwei Tonschwingungen erforderlich sind, um eine Tonempfindung zu bewirken, welche nach seiner Theorie nicht mit der Resonanztheorie streitet, sondern von ihr gefordert wird. Damit physiologisch eine Tonempfindung zustande kommt, müssen die Korti'schen Zellen mit ihren Stäbchen sich lokal von der Korti'schen Membran trennen und an sie wieder anstoßen. Die Trennung ist aber erst bei der zweiten Schwingung möglich, und erst in deren negativen Phase können die Stäbchen wieder an die Leiste der Membran anprallen.

F. Krüger, dem wir sehr wertvolle Arbeiten auf diesem Gebiete verdanken, schreibt dieser Arbeit von Hansen einen hohen Wert für die Einsicht in den Resonanzapparat des Ohres zu.

Es treten aber auch andere gewichtige Experimentatoren immer wieder für die Resonanztheorie ein. So S. Exner und J. Pollak.[2])

Tritt in einem Schallwellenzug von der Tonhöhe n eine periodische Verschiebung der Schwingungsphase um $^1/_2$ Wellenlänge ein, derart, daß auf einen Wellenberg sofort wieder ein Wellenberg folgt, so muß er an einem auf den Ton abgestimmten Resonator im Ohre einen periodischen Wechsel der Intensität des Tones bewirken. Es wird eine diskontinuierliche Tonempfindung eintreten: Stöße. Die Phasenverschiebung kann durch Rotation schwingender Stimmgabeln oder Platten erreicht werden. Die Resultate bestätigen die Resonanztheorie von Helmholtz.

„1. Die in einem Tonwellenzuge periodisch wiederkehrende Verschiebung um $^1/_2$ Wellenlänge erzeugt eine Empfindung, welche sich von der durch Schwebungen erzeugten nicht unterscheiden läßt. 2. Ein Tonwellenzug, in dem die genannten Phasenverschiebungen in genügender Frequenz vorhanden sind, erzeugt eine Tonempfindung von geringerer Intensität, als derselbe Tonwellenzug, wenn er von jenen Phasenverschiebungen frei ist. 3. Der Gehörseindruck, den ein mit den genannten Phasenverschiebungen versehener Tonwellenzug verursacht, sinkt in seiner Intensität nicht nur, wenn die Elongation seiner Schwingungen kleiner wird, sondern auch, wenn die Anzahl der Ver-

1) Das Verhalten des Resonanzapparates im menschl. Ohr. Pr. Akad. d. Wissensch. 1902. S. 904 ff.

2) Beitrag zur Resonanztheorie der Tonempfindungen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane. 1903. S. 30.

Digitized by Google

schiebungen in der Zeiteinheit steigt. 4. Diese Abnahme der Intensität kann bis zur Unmerklichkeit des Tones führen."

Besonders beweisend für Helmholtz sind nach Ebbinghaus die von Fr. Bezold[1]) nachgewiesenen Hördefekte.

Die Fähigkeit unseres Ohres, sowohl jeden einzelnen Ton nach seiner Lage in der Skala genau zu bestimmen, als auch eine ganze Reihe von zusammenklingenden Tönen gleichzeitig aufzufassen, wird uns nach Helmholtz nur verständlich durch die Annahme eines an den Enden der weit verzweigten Akustikusausbreitung angebrachten mechanischen Hilfsapparates, der die Eigenschaften unserer Saiteninstrumente besitzt, daß jedem einzelnen Ton der ganzen Skala je ein Element in diesem Hilfsapparat entspricht, welches durch ihn in Mitschwingung versetzt wird und eine an ihn endende Nervenfaser erregt. Als mitschwingendes Organ erscheint am geeignetsten die membrana basilaris der Schnecke. Als beste experimentelle Bestätigung dieser Theorie müßte es gelten, wenn wirklich partielle Lücken in der Tonskala des erkrankten Ohres nachgewiesen werden könnten. Nach Herstellung einer kontinuierlichen Tonreihe ist dies dem Verf. gelungen.

„Aus der großen Häufigkeit und Mannigfaltigkeit dieser partiellen Defekte läßt sich die Schlußfolgerung ziehen, daß die normale Perzeption für die einzelnen Teile der Tonskala auf einer weit ausgebreiteten Strecke stattfinden muß. Es dürfen somit schon diese Beobachtungen an Lebenden (auch ohne Sektionsbefund) in ihrer Gesamtheit als eine wesentliche Stütze für die Hypothese von Helmholtz betrachtet werden, wenn auch die direkte Bestätigung durch eine größere Anzahl von Sektionsbefunden noch fehlt."

Die eingehendsten Untersuchungen über die Zusammenklänge hat F. Krüger[2]) angestellt und ist zu Ergebnissen gelangt, welche z. T. auch wieder mit Helmholtz übereinstimmen. In dem Aufsatze: „Beobachtungen über Zweiklänge" führte er aus:

Die Helmholtz'sche Theorie des Hörens und der Konsonanz wird in neuerer Zeit stark angegriffen, insbesondere verwirft Stumpf die Erklärung aus den Obertönen und Schwebungen. Die Interferenzerscheinungen und die Differenztöne erheben in der Tat große Schwierigkeiten gegen dieselbe. Da aber das Tatsachenmaterial noch sehr dürftig ist, stellt sich der Verf. die Aufgabe: „Die aus dem Zusammenklange zweier Töne resultierenden Erscheinungen auf Grund

1) Demonstration einer kontinuierlichen Tonreihe zum Nachweis von Gehördefekten. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 13. Bd. S. 101.

2) Philos. Stud. 1890. S. 307.

Digitized by Google

der Beobachtung möglichst vollständig und einfach zu beschreiben." Riemann's Ansinnen nur mit Dreiklängen zu operieren, hält er für verfehlt.

In der Auffassung der Verschmelzung stimmt der Verf. mit Cornelius und Buch im wesentlichen überein. Wir nehmen nicht, wie Herbart meint, gesondert mehrere Töne im Intervalle wahr, um sie zu verschmelzen, sondern das Aufgefaßte ist eine Einheit, aus der wir durch Analyse mehrere Teilvorstellungen durch Abstraktion sukzessiv herausheben. Diese Abstraktion gelingt um so besser, je mehr man durch Übung die Aufmerksamkeit auf Einzelheiten zu richten gelernt hat. Helmholtz und James meinen, diese Abstraktion sei nur möglich, wenn man früher einmal die Einzelnen für sich gehört hat; dagegen fand Verf. die entgegenstehende Ansicht Stumpf's und Buch's bestätigt: „Häufig bemerkten wir einen Kombinationston, ohne ihn vorher auch nur annähernd erwartet oder bewußt vorgestellt zu haben." Es begegnete mir, wie auch Buch, gar nicht selten, „daß ich Kombinationstöne entdeckte, die ich sehr erstaunt war zu finden, bis eine Ausrechnung hinterher ihr Vorkommen für mich erklärlich machte." In dieser Weise bemerkten ganz unmusikalische Personen Töne, die sie wohl niemals gesondert gehört hatten. [1])

In der Abhandlung: „Zur Theorie der Kombinationstöne[2]) berichtet er, indem er die Resultate seiner Experimente mitteilt.

Die Helmholtz'sche Resonanztheorie wird vielfach bekämpft. Allerdings sind die Kombinationstöne regelmäßig subjektiven Ursprungs, während Helmholtz sie objektiv faßte, was nur dann zutrifft, wenn die erzeugenden Zusammenklänge aus einer Tonquelle stammen. Verf. fand dagegen:

„Der Zusammenklang zweier Töne enthält für die Wahrnehmung in der Regel einen Summationston und vier bis fünf Differenztöne. Alle diese Kombinationstöne mit ihren Folgeerscheinungen (Schwebungen, Zwischentöne usw.) sind an das Dasein von Obertönen des primären Klanges nicht gebunden. 2. Alle Schwebungen sind auf das Vorhandensein von mindestens zwei benachbarten, d. h. um höchstens eine große Terz von einander entfernten Tönen zurückzuführen; es gibt keine multiplen Schwebungen im Sinne Königs. 3. Die von König sogen. ‚Stoßtöne' sind nicht die einzigen Kombinationstöne. Es gibt insbesondere auch zwischen den Primärtönen gelegene Differenztöne. 4. Es gibt nur zwei Arten von Kombinationstönen: Differenztöne und Summa-

1) A. a. O. S. 568 ff.

2) Philos. Stud. 1901. S. 185.

Digitized by Google

tionstöne. . . . 5. Hermann'sche Mitteltöne, Riemann'sche Untertöne und subjektive Obertöne existieren nicht. 6. Alle bis jetzt hervorgetretenen Versuche, die Ohm'sche Zerlegungstheorie und die darauf gegründete Helmholtz-Hansen'sche Resonanzhypothese prinzipiell aufzugeben und durch andere Annahmen zu ersetzen, leiden an großen, inneren Schwierigkeiten oder (und) widerstreiten der akustischen Erfahrung. 7. Die gegen die Helmholtz'sche Theorie des Hörens erhobenen Einwände, auch der der Unterbrechungstöne, sind nicht stringent. 8. Die Helmholtz'sche Erklärung der subjektiven Kombinationstöne ist unbefriedigend. 9. Die physiologische Theorie dieser Töne braucht den Boden der Resonanzhypothese nicht zu verlassen. Es empfiehlt sich vielmehr zunächst der Versuch, Helmholtzens Theorie der objektiven Kombinationstöne auf die Vorgänge anzuwenden, die bei der Wahrnehmung subjektiver Kombinationstöne im inneren Ohre stattfinden."

In dem an die Stelle der Philosophischen Studien getretenen „Archiv für die gesamte Psychologie" von E. Meumann legt er seine Anschauungen ausführlicher dar in der Abhandlung „Differenztöne und Konsonanz." [1])

Die Helmholtz'sche Theorie der Konsonanz und Dissonanz, welche die Schwebungen der Obertöne oder ihre Abwesenheit zu Grunde legt, ist sehr beanstandet worden; durchschlagend gegen sie ist, daß, wie Stumpf bemerkt, ein Dreiklang aus ganz reinen Stimmgabeltönen vorzüglich konsonant ist. Indes hat Helmholtz die Differenztöne herbeigezogen. Auch Wundt hat seine, mit der Helmholtz'schen verwandte, Theorie nach den Resultaten Krügers stark modifiziert. Doch stehen die beiden Hauptgegner der Obertontheorie, Stumpf und Lipps, im Vordergrunde, beide bekämpfen sich aber gegenseitig heftig.

Verfasser verwirft die Rhythmentheorie von Lipps. Der Rhythmus des Dreiklangs 4:5:6 mit den Obertönen ergibt für die Seele ein Durcheinander von Stößen, „das ich von dem Verhältnisse 7:8:9 oder jeder beliebigen Unregelmäßigkeit nicht unterscheiden kann". Das „Unbewußte", die „mikropsychischen Erregungen" in Lipp's Theorie möchte Verf. nur als „ungeschiedenen" Teil des Bewußtseinsinhaltes gelten lassen.[2])

Nach Stumpf ist die Konsonanz „Verschmelzung"; je konsonanter das Intervall, um so mehr wird es als ein Ton gehört. „Der wirklich schwache Punkt der Theorie scheint mir darin zu liegen, daß Stumpf selbst die beiden sehr verschiedenen Merkmale seines Ver-

1) 1903. S. 205.

2) Eine Kritik der Krüger'schen Theorie gibt Lipps in seinen „Psychol. Studien". 2. Aufl. 1905. S. 146 ff.

Digitized by Google

schmelzungsbegriffes — die Einheitlichkeit der Konsonanzen im Gesamteindruck und die Unvollkommenheit ihrer Analyse — nicht hinreichend auseinanderhielt." Es ist die Verschmelzung nicht quantitative Einheit des Tones, sondern qualitative Einerleiheit, die auch noch nach der Analyse wahrgenommen wird. Den letzten Grund findet Stumpf im Gehirne.

Verf. versucht dagegen eine psychologische Erklärung, und zwar durch näheres Eingehen auf die Differenztöne. „Nach meinen ausgedehnten, mit den meisten früheren Angaben kritisch verglichenen Beobachtungen gibt es nur zwei Arten von Kombinationstönen, ja von subjektiven Tönen überhaupt, Differenz- und Summationstöne."

Schon Preyer[1]) hat die Differenztöne zur Erklärung der Konsonanz und Dissonanz verwendet, freilich mehr mögliche als wahrgenommene Differenztöne. Er sagt: „Wenn man für ein beliebiges Tonpaar mit oder ohne Obertöne so lange die sämtlichen Kombinationstöne 1., 2., 3., n.ter Ordnung berechnet, so ergibt sich ausnahmslos eine vollständige arithmetische Reihe von Tönen." Je konsonanter nun ein Intervall ist, je kleinere Verhältniszahlen muß es ausdrücken, desto kürzer ist die arithmetische Reihe, desto zahlreicher sind auch die Koinzidenzen der theoretischen Werte. Umgekehrt, je komplizierter das primäre Schwingungsverhältnis ist, desto mehr Kombinationstöne sind möglich, desto seltener die Koinzidenzen. Zugleich sind Kombinationstöne immer höherer Ordnung nötig, damit die arithmetische Reihe vollständig bleibe; diese Reihe wird immer länger und lückenhafter. Nun weiß man aber: „Je mehr einfache Sinneseindrücke gleichzeitig ein Organ affizieren, um so weniger deutlich wird jeder wahrgenommen." Lust entsteht nun, „wenn die Mannigfaltigkeit der Töne eine bestimmte Ordnung zeigt. Diese Ordnung ist charakterisiert durch eine große Anzahl von Koinzidenzen der Kombinationstöne und Obertöne mit einander und untereinander, sodaß die Gesamtzahl der vorhandenen wirklichen Töne viel kleiner als die der möglichen wird, und dadurch jeder einzelne Ton leichter erkennbar — nicht erkannt wird. Aus vielen unmerklichen, undeutlichen, unbewußten Übereinstimmungen entspringt, wie Leibniz ungemein treffend sagte, das Vergnügen. Ebenso entspringt aber aus vielen Verschiedenheiten, unmerklichen, unerkannten Abweichungen das Mißvergnügen. Daher wird eine Vielheit von wirklichen Töne, wenn sie auch zum Teil nicht merklich sind, mit wenigen Koinzidenzen verwirrend sein, in ihr jene Ordnung vermißt werden. Sie sind dissonant." „Eine Vielheit von gleichzeitigen

1) Akustische Untersuchungen. Jena 1879.

Digitized by Google

Tönen, die eine längere vollständige oder lückenhafte arithmetische Reihe bilden, verwirrt und bewirkt dadurch Unlust, wie ein Rechenexempel, das man im Kopfe lösen will und nicht lösen kann, weil es zu hohe Ziffern enthält." Dagegen braucht man bei den Konsonanzen „wirklich nur bis zu fünf zu zählen".

Dagegen bemerkt Krüger mit Recht: „Die Anzahl der Koinzidenzen unter den möglichen und wirklichen Tönen kann das Entscheidende nicht sein. Denn selbst einem wirklichen Tone können wir es nicht anhören, ob mehrere oder wie viele gleich hohe Töne etwa in ihm zusammengefallen sind. Vollends die Zahl der mathematisch möglichen Töne und ihr Verhältnis zu den wirklich vorhandenen oder zu deren Koinzidenzen besteht nur für das Bewußtsein des rechnenden Theoretikers, nicht für die unmittelbare Wahrnehmung." Ferner: „Eine Konsonanz aus Klängen mit vielen leisen und schwer erkennbaren Obertönen bleibt konsonanter als jede Dissonanz." „Durch die Verschmelzungsversuche Stumpfs und seiner Nachfolger wurde erwiesen, daß gerade die vollkommensten Konsonanzen am innigsten derart mit einander verschmelzen, daß die einzelnen Töne nicht für sich zum Bewußtsein kommen und das ganze, wenngleich sehr zusammengesetzte, Tongemisch am häufigsten als ein Ton beurteilt wird."

Verf. legt einen Zweiklang von zwei einfachen Tönen zu Grunde, der immer 5 Differenztöne mit sich führt. „Die Tonhöhen dieser gleichzeitigen Töne sind nach der Regel zu berechnen, daß man nacheinander immer die kleinsten bereits vorhandenen Schwingungszahlen von einander abzieht. Wenn beispielsweise das Schwingungsverhältnis der primär gegebenen Töne 20:29 ist, so entsprechen den Differenztönen die Verhältniszahlen 9(=29—20), 11 (=20—9), 2 (=11—9): 7 (=9—2); im Falle 17:41, die Verhältniszahlen 24, 7, 10, 3, 4." Nun verhalten sich Differenztöne zu einander und zu anderen gleichzeitigen Tönen genau so wie primäre Töne unter sich. „Sie bilden neue Differenztöne, und wo ein qualitativ benachbarter Ton mit ihnen zugleich erklingt, da entstehen Schwebungen und Zwischentöne zweier objektiv gegebener Töne"; sie verschmelzen vollkommen, wenn dieselben so nahe an einander liegen, daß sie nicht unterschieden werden können. Dieser Fall tritt bloß bei Konsonanzen ein.

Dagegen enthalten „alle dissonanten Zusammenklänge als Empfindungsbestandteil mindestens einen verstimmten Einklang mit den wahrzunehmenden Eigenschaften eines solchen. Bei den Konsonanzen liegt an den entsprechenden Stellen des Empfindungsganzen ein reiner Einklang. In der unbegrenzt großen Zahl der möglichen Zusammen-

Digitized by Google

klänge sind die konsonanten die einzigen, bei denen die Erscheinungen der verstimmten Prime nirgends hervortreten können." Bei Konsonanzen ergeben sich nur 5 Differenztöne, deren unterster die Verhältniszahl 1 hat und zweimal vorkommt. Die schrittweise Verstimmung der Konsonanz zeigt, daß jener tiefste Ton aus mehreren identischen resultiert; er ist stärker, „charakteristischer" Differenzton, von mannigfaltigsten und am meisten charakteristischen Schwebungserscheinungen begrenzt. „Von allen Zusammenklängen sind die konsonanten allein frei von Differenztonschwebungen . . . der charakteristische Unterschied zwischen Reinheit und Verstimmung, wie er durch die Differenztonschwingungen bedingt wird, erstreckt sich auf ein um so größeres Tongebiet, je einfacher das Schwingungsverhältnis, je vollkommener also die Konsonanz ist, um deren Charakteristik es sich handelt."

Ein bisher weniger bekanntes Merkmal des verstimmten Einklangs ist der Zwischenton. Zwei nahe an einander liegende Töne werden nicht für sich gehört, sondern ein dritter zwischen ihnen; sie müssen aus einanderrücken, um für sich gehört zu werden; der Zwischenton läßt sich eine Strecke weit noch neben den beiden Tönen vernehmen. „Die Verschmelzung zweier benachbarten Töne der Mittel- und Tiefenlage reicht überall so weit, wie die Schwebungen. Ist die Verstimmung gering, so wird der charakteristische Differenzton noch nicht verschieden gehört, wohl aber Schwebungen, regelmäßige Stärkeschwankungen, deren Zahl gleich ist der Differenz der Schwingungszahlen." Dieselben werden aber auch von Differenztönen begleitet und fehlen auch bei den bisher als schwebungsfrei erklärten Dissonanzen nie; „sie lassen sich um so weiter verfolgen, auch das Maximum der durch sie bedingten Unlust und Rauhigkeit wird um so später erreicht, je höher sie liegen." „Die Schwebungen eines objektiv gegebenen verstimmten Einklangs sind stärker und deutlicher als alle anderen Schwebungsarten und erstrecken sich in langsamster Progression über das breiteste Intervallgebiet . . . Dieselben Eigenschaften kommen den teilweise oder ausschließlich durch Differenztöne verursachten Schwebungen zu." „Die vollkommensten Konsonanzen sind durch die merklichsten, mannigfaltigsten und am meisten charakteristischen Schwebungserscheinungen begrenzt, und umgekehrt." Auch für die Differenztöne bestehen die Zwischentöne. „Alle Dissonanzen enthalten in der Tiefe die Erscheinungen der durch Nachbarschaft bedingten Verschmelzung mindestens zweier Teiltöne." „Je vollkommener die Konsonanz, um so höher liegt der charakteristische Koinzidenzton, um so langsamer rücken außerdem bei ihrer Verstimmung die charakterisierenden Teiltöne

Digitized by Google

auseinander: desto größer ist daher das Intervallgebiet der Zwischentonverschmelzung."

„In den Erscheinungen der Tonverschmelzung durch Nachbarschaft ist das bewußte Empfindungsmoment gegeben, das in erster Linie die Dissonanz von der bloßen Rauhigkeit (der Schwebungen) unterscheidet." Die Dissonanz wirkt unangenehm durch „die Schwebungen oder Rauhigkeit, qualitative Unreinheit, die Ungleichartigkeit der Teiltöne," durch „die Verworrenheit", „Unausgeglichenheit", „ungewohnte Anordnung der Töne, die Fremdartigkeit der meisten Partialverhältnisse".

Daraus ergibt sich das Verhältnis der Konsonanz zur Verschmelzung: die Einheitlichkeit ist beiden gemein. „Abgesehen von der Gefühlsfärbung ist das unmittelbare Erlebnis der Konsonanz nichts anderes als die Wahrnehmung einer spezifischen Einheitlichkeit von Zusammenklängen." „Die sinnliche Auffassung eines Zusammenklanges als einheitliche und das Wahrnehmungsmoment der Konsonanz setzt keinerlei Analyse des Wahrgenommenen voraus, auch keine unvollständige Analyse." Nach Stumpf ist bei Konsonanzen die Analyse um so schwieriger, je größer die Konsonanz, nach M. Meyer erleichtert die Konsonanz die Analyse. Die Beobachtungen Krügers ergaben, daß das Mehrheitsurteil nicht durch Analyse bedingt ist, nicht einmal das Urteil über die Zahl der Teiltöne, welches „von verschiedenen sinnlichen Faktoren abhängt"; ferner „daß die Unterschiede der Mehrheitsbeurteilung (ihres Ergebnisses) nur zum Teil und in sehr verschiedener Weise auf Unterschieden in der Schwierigkeit der Analyse beruhen; und schließlich, daß weder das Mehrheitsurteil noch die Schwierigkeit der Analyse einfache Funktionen des Konsonanzgrades sind."

Die psychologische Analyse dagegen ergibt, daß von entscheidender Bedeutung für die Analyse wie für die unmittelbare Auffassung der verschiedenen Zusammenklänge die qualitative Deutlichkeit und Bestimmtheit der Teilempfindungen ist. „Die Identität zahlreicher Teiltöne bedingt eine mit dem Grade der Konsonanz zunehmende Ähnlichkeit zwischen den konsonierenden Zusammenklängen und Einklängen . . . Sie ‚erschwert' auch die Analyse." Diese Wirkung beruht auf Assoziation, welche überhaupt für den Gefühlston der Zusammenklänge von großer Bedeutung ist.

„Konsonanz und Dissonanz unterscheiden sich von einander nicht nach dem Grade, sondern nach der Art der Verschmelzung. Die beiden gegensätzlichen Arten der Tonverschmelzung sind schließlich auf zwei extreme Typen zurückzuführen: a. Das qualitativ ungestörte

Digitized by Google

Beieinander sämtlicher Teiltöne im Einzelklang: die einheitliche oder harmonische Verschmelzung; b. die verworrene oder nachbarliche Verschmelzung sämtlicher Teiltöne im verstimmten Einklang."

Darnach dürften aprioriſche Aufſtellungen über das Weſen der Konſonanz zum mindeſten überflüſſig ſein. So die neue Erklärung der muſikaliſchen Harmonie durch W. Goldſchmidt.[1])

Er überträgt das Geſetz der kryſtallographiſchen „Komplikation" auf das akuſtiſche, optiſche und geſamte Sinnesgebiet und glaubt auf erſterem mit dieſer neuen Theorie die einheitliche Verknüpfung des pſychologiſchen, phyſiologiſchen und phyſikaliſchen Momentes der Sinneswahrnehmung vollſtändig erklärt zu haben. Jenes kryſtallographiſche Geſetz beſtimmt zahlenmäßig die Neigung, Größe und Rangordnung abgeleiteter Flächen eines Kryſtalls in bezug auf die Hauptflächen. Die Tonkombinationen der gebräuchlichen Akkorde, ebenſo die Folgen der Grundtöne der Akkorde, in den vom Verf. analyſierten Tonſtücken ſollen „harmoniſchen" Reihen der Kryſtallographie entſprechen.

Ein Ton und ſeine Oktave, und folglich auch ein Akkord, ſind dem Verf. harmoniſch gleichwertig. Geht man von dem Tone und ſeiner Oktave, analog den Hauptflächen, aus, ſo beſtimmt das Komplikationsgeſetz die zwiſchenliegenden Töne; die Akkorde entſprechen harmoniſchen Reihen der Kryſtallographie.

Allerdings iſt der Begriff der „Harmonie" vom Verf. ſo weit gefaßt, daß er Kryſtalle wie Töne umſpannen kann. Sie iſt „eine Gruppierung oder Gliederung, die unſer Geiſt, als ſeinem Weſen und den Sinnen angepaßt, dem Gemüte wohltuend aus der Welt der Erſcheinungen auswählt oder die Außenwelt verändernd ſchafft."

Aber die muſikaliſche Harmonie hat einen ganz ſpeziellen, von Gruppierung verſchiedenen Sinn; jedenfalls nehmen wir eine ſolche beim Konſonanzgefühl nicht wahr. Man muß alſo unbewußte Empfindungen annehmen; und dann kommt man auf die Lipp'ſche Konſonanztheorie, welche ohne den Umweg über die Kryſtallographie das äſthetiſche Wohlgefallen an der Konſonanz durch unbewußte rhythmiſche Empfindungen erklärt.[2])

Die Melodie.

Mit der Harmonie ſteht in naher Beziehung die Melodie; meiſtens leitet man dieſe aus erſterer ab. Nur M. Meyer beſtreitet

---

1) Über Harmonie und Komplikation. Berlin 1901.

2) Vgl. die Kritik dieſer neuen Theorie von Hornboſtel in Zeitſchr. f. Pſych. u. Phyſ. d. S. 1903. 32. Bd. S. 437 f.

Digitized by Google

diesen Zusammenhang und will mathematische Verhältnisse in den Melodien der berühmtesten Musikstücken gefunden haben.

Er bemerkt: Die orientalische Musik gebraucht auch Intervalle, die kleiner sind, als ein temperierter Halbton. Dies stimme gut zu seiner Musiktheorie, welche nicht auf die spezielle, historisch gewordene europäische Musik sich stützt, sondern auf allgemeine psychologische Gesetze. Darum vermochte er auch die japanischen Melodien mit größter Leichtigkeit zu harmonisieren. Die Frage, ob die japanische Musik Moll- oder Dur-Charakter hat, ist sinnlos; Moll könnte man hier eher als Dur nennen.[1])

Gegen ihn wendet sich Th. Lipps[2]) in dem Aufsatze; „Zur Theorie der Melodie".

M. Meyer's neue Theorie der Melodie lautet: „Wenn zwei Töne sich verhalten wie 2^n: 3, 5, 7, 9, 15, — wobei 2^n jede Potenz von 2, einschließlich $2^0 = 1$ bezeichnet — so ist mit dem Fortgang vom ersten zum zweiten dieser beiden Töne eine Tendenz der Rückkehr zum ersten verbunden", und erweitert: „Wenn in einer Melodie ein Ton vorkommt, der sich zu allen übrigen Tönen der Melodie verhält wie 2^n: 3, 5, 7, oder zu einem Produkt aus 2, 3, 5, 7, so ist der Hörer befriedigt, nur wenn dieser Ton am Schluß (als „Tonika") der Melodie wiederkehrt."

Also die „Tonika" einer Melodie muß den Schlußton bilden. Darnach wäre für alle Töne der „diatonischen Leiter" die Quarte „Tonika". Nun schließen aber die Melodien nicht mit der Quarte. Also beruhen dieselben nach Meyer nicht auf der „diatonischen Leiter." Diese muß umgewandelt werden: an Stelle der Quarte F muß die natürliche Septime der Quinte (G), an Stelle der Sext (A) die Sekunde der Quinte (8:9) gesetzt werden. C:F ist also nicht 3:4, sondern 16:21, C:A nicht 3:5, sondern 16:37. So wird nun allerdings C „Tonika" für die ganze Leiter.

Dagegen bemerkt Lipps: Nach Meyer ist die Melodie der alten Theorie einfach eine beliebige Folge von Tönen. Eine solche „alte Theorie" kenne ich nicht. In vielen Melodien kommt auch Fis vor, das in der diatonischen Leiter nicht vorkommt. Wenn Meyer in vielen Melodien einen Gegensatz zu der alten Theorie erblickt, so hat er „die darauf bezüglichen jedermann bekannten Regeln" ignoriert.

Lipps erkennt jene mathematischen Verhältnisse als Grundlage der „Tonrhythmen" an, erklärt sie aber anders.

1) Zeitschr. f. Psych. u Phys. 33. Bd. 1903. S. 289. „Zur Theorie japanischer Musik".

2) A. a. O. 27. Bd. S. 225. „Zur Theorie der Melodie."

Digitized by Google

„Wir müssen annehmen, daß dem Rhythmus der physikalischen Schwingungen, die einen Ton erzeugen, ein analoger Rhythmus in den zugehörigen Tonempfindungsvorgängen oder in dem zugehörigen Wechsel psychischer oder zentraler Zustände entspricht, daß also der psychische oder zentrale Vorgang der Tonempfindung in eine, der Folge der physikalischen Teilvorgänge, d. h. der einzelnen Tonwellen analoge, Folge von Elementen oder elementaren Teilvorgängen sich zerlegt. Einem G mögen z. B. 300 Schwingungen in der Sekunde entsprechen; dann entsprechen dem C 200 Schwingungen. Diese Folgen von Schwingungen haben etwas Gemeinsames: die physikalischen ‚Rhythmen' der beiden Töne. Es ist der Rhythmus der Folge von 100 im übrigen gleichen, nur einmal in drei, beim anderen Tone in zwei Elemente zerlegten Einheiten. Dieser gemeinsame Grundrhythmus mit differenter Zerlegung muß also auch in den Tonempfindungsvorgängen sich wiederspiegeln."

„Treffen zwei solche Töne in der Psyche zusammen, so bilden sie ein Ganzes, das diesen gemeinsamen Grundrhythmus zum Einheitspunkte hat. Sie bilden ein rhythmisches System mit diesem gemeinsamen Grundrhythmus als Basis. Dieser Grundrhythmus ist, als Basis, einerseits etwas für sich, psychisch relativ selbständig. Andererseits differenziert er sich in beiden Tönen in entgegengesetzter Weise, d. h. so daß das rhythmische Element dieses Grundrhythmus in einem Tone jedesmal als Einheit von zwei Elementen sich darstellt. Oder umgekehrt gesagt: die beiden Töne sind innerhalb dieses rhythmischen Systems einerseits diese beiden von einander verschiedenen Töne oder diese beiden qualitativ auseinander gehenden Tonrhythmen; andererseits sind sie doch nicht mehr die beiden qualitativ auseinander gehenden Tonrhythmen, die sie *sonst* sind, sondern sie sind in dem einheitlichen Grundrhythmus beschlossen oder zusammengeschlossen. Dieser Grundrhythmus unterliegt nur in beiden einer verschiedenen Gliederung, nämlich in einem der Dreigliederung, im andern einer Zweigliederung, d. h. in jenem findet eine *Zusammenfassung* von je drei, in diesem eine Zusammenfassung von je zwei Elementen zu im übrigen gleichen Einheiten statt.

„Die hiermit bezeichnete Einheit eines Mannigfaltigen ist ein Fall der *ästhetischen* Einheit eines Mannigfaltigen. Als solche ist sie begleitet von einem Gefühle der qualitativen Einheitlichkeit, der inneren Zusammengehörigkeit, der Einstimmigkeit, kurz der Konsonanz."

„Unter allen Teilungen des in der Zeit Verlaufenden ist die Teilung in *zwei* gleiche Teile, wiederum die Teilung jedes *Teiles* in zwei gleiche Teile für uns die natürlichste . . . Jenen Gliederungen eignet

Digitized by Google

demgemäß ein Charakter der Ruhe, des in sich Beruhenden, des Gleichgewichtes." Darum beruhigt der Fortgang von G zu C, im Gegensatz zu C-G.

Die Theorie der Melodie von Meyer als Tonfolge ist falsch.

„Eine Melodie ist weder eine Folge indirekt, noch eine Folge direkt verwandter Töne. Sie ist auch nicht eine Folge einzelner Melodien, die mit einander verwoben sind, aber keinen Einheitspunkt haben. Sondern eine Melodie ist zunächst eine ästhetische Einheit, ein Aussichherausgehen desselben in Verschiedenheiten und Gegensätze . . . Bei der Melodie kann dies Eine oder dieser Einheitspunkt nur bestehen in einem einzigen ‚Tonrhythmus'. Einem solchen Rhythmus ordnet sich die Melodie unter, in ihm hat sie ihren Einheitspunkt. Sie ist ein in der Zeit sich verwirklichendes System von Tonrhythmen, das in einem einzigen alles beherrschenden Grundrhythmus seinen Einheitspunkt hat und in ihm als seiner Basis abschließend sich zusammenfaßt. Indem sie diesen zusammenfassenden Abschluß gewinnt, kommt die Bewegung in sich zur Ruhe."

„Dieser Grundrhythmus ist die wahre und eigentliche ‚Tonika.'" In C-dur ist derselbe nicht C^2 oder C^1 oder c, c^1, sondern ein allgemeines „C". Besteht die Melodie aus dem c, e, g mit den Schwingungszahlen 400, 500, 600, so haben dieselben ihren Einigungspunkt in der Basis 100, dieser Rhythmus ist also die eigentliche „Tonika".

Darnach ergibt sich „das Bild der Melodie:

„Die Melodie oszilliert, nachdem ihre Tonika mehr oder minder bestimmt eingeführt ist, um die in dieser Tonika gegebenen Gleichgewichtslage. Sie oszilliert insbesondere zwischen Quinte und Quarte. Sie mündet vermöge des Gegeneinanderwirkens dieser beiden sekundären Toniken und ihrer rhythmischen Systeme schließlich endgiltig in jene Gleichgewichtslage ein". Der Quarte kommt dabei eine wichtige Rolle zu, insbesondere wegen ihrer Doppelnatur zuerst als natürliche Septime der Quinte und dann als Quarte, insofern sie unter anderem den stärksten Gegensatz zur Tonika hineinbringt. Die Moll-Melodie beruht auf demselben Grundsatze, nur fehlt hier die volle „Geschlossenheit auf einem einzigen Tonrhythmus". „Ein Schweben, man könnte sagen, eine Sehnsucht nach solcher einfachen Geschlossenheit, bleibt ihr."

Von Fr. Weinmann[1]) wird auf Grund der Lipps'schen Auffassung der Konsonanz als eines rhythmischen Verhältnisses die Melodie detaillierter erklärt.

1) Zur Struktur der Melodie. A. a. O. 1904. 34. Bd. S. 340 ff, 401 ff.

Digitized by Google

„Die Melodie ist ein rhythmisches System. Es baut sich auf einem Grundrhythmus als herrschendem Einheitspunkt auf, auf welchen die anderen Rhythmen bezogen erscheinen. Dieser ‚Grundrhythmus' ist in der Tonika, die ihm freundlich oder feindlich gegenübertretenden Rhythmen sind in den übrigen Tönen der Melodie gegeben." „Der zweiteilige Rhythmus ist der ursprüngliche . . . Die Zweigliederung, die Zusammenfassung von je zwei Elementen zu einer Einheit, und weiter die potenzierte Zweigliederung, die Zusammenfassung von zwei solchen Einheiten zu einer höheren Einheit und sofort, ist also die natürlichste, die primäre. Ihr steht gegenüber als sekundäre die Gliederung nach der Dreizahl und weiterhin die Fünf-, Siebengliederung usw. Demnach ist der Übergang zur Zweigliederung die einfachere, die natürlichste rhythmische Leistung. Die Gliederung nach der Zweizahl, kann man allgemein sagen, erzeugt den Eindruck des Geschlossenen, der Ruhe oder des wieder zur Ruhe Gekommenen, des Gleichgewichts; die Drei-, Fünf-, Siebengliederung mutet ihr gegenüber eigentümlich fortstrebend, bewegt, unruhig an.

„Angewandt auf die Tonrhythmen würde dies lauten: Von zwei Tönen, deren Schwingungszahlen im Verhältnis von 3, 5, 7, 9 ꝛc. zu 2 oder zu einer Potenz von 2, 2^n stehen, repräsentiert letzterer die Gleichgewichtslage. Es besteht demnach die Tendenz, zu ihm zurückzukehren, die Bewegung strebt zu ihm hin, sucht in ihm wieder zur Ruhe zu kommen. Der Ton 2^n ist für die Töne 3, 5, 7 usw. der Zielton. In zweiter Linie besteht ein solches Hinzielen dann auch bei rhythmischen Verhältnissen, deren eines Element im Gegensatz zum andern die Zweigliederung zwar nicht repräsentiert, aber in sich schließt, . . . wie es z. B. bei dem der kleinen Terz entsprechenden Verhältnis 5 : 6 der Fall ist. Hier befaßt das 6 die Zwei- und Dreigliederung in sich. Der auf der einen Seite in 5 Einheiten gegliederte Grundrhythmus kehrt auf der anderen Seite wieder als in zweimal drei Einheiten oder in zwei Einheiten von je drei Elementen gegliedert, als gleichzeitig nach dem Prinzip der Dreizahl und der Zweizahl differenziert."

Die Mollmelodie unterscheidet sich dadurch von dem Dur, daß, „während in Dur drei Dominanten bestehen, c als Haupt-, g und f als Nebentoniken, es in Moll durch das Hinzukommen von es und as ihrer fünf sind. Und da ferner die Dominanten es und as in weit höherem Grade der Tonika c gleichwertig sind, als das in Dur bei einer der beiden Dominanten der Fall, und der Antagonismus zwischen f und c, aus dem erst das entschiedene Überragen des c entspringt,

Digitized by Google

hier geschwächt erscheint, so fehlt dem Mollsystem, der Melodie in Moll, die straffe Geschlossenheit, die Eindeutigkeit des Dur."

Die „Ausgleichung" besteht in einer Verzichtleistung des Gehörs auf physikalisch richtige Intonation, indem die geringe Unreinheit unbewußt unter der Schwelle bleibt. f z. B. ist einmal Quart (c : f = 3 : 4), es ist aber auch Septime (g : f = 4 : 7); in der herkömmlichen Intonation wird dieser Unterschied vernachlässigt. Darauf beruht die Zulässigkeit der „temperierten Stimmung". Dieses System stellt eine höhere Entwicklung der Musikpsychologie dar. „Die einzelnen Töne gewinnen in der temperierten Stimmung eine Vieldeutigkeit, die harmonisch-modulatorisch und somit auch melodisch die wertvollste Bereicherung ausmacht."

Noch reichlichere Ausgestaltung erhält die Melodie durch Herbeiziehung der chromatischen Tonleiter. „Sie gewinnt die Fähigkeit der breiteren Ausgestaltung, der Umschreibung ihrer Linien in ornamentaler Weise." Es ergibt sich, daß die Melodie um so eindrucksvoller, je mehr und je fremdere und gegensätzlichere Töne sie als Bestandteile in sich aufnimmt. Dabei nähert sie sich aber zugleich immer mehr einer Grenze, jenseits welcher das Gleichgewicht zwischen Einheitlichkeit und Gegensätzlichkeit, das ‚Gleichgewicht in der Unterordnung' verloren geht, die Unterordnung einem beziehungslosen Nacheinander weicht. Das Maximum der psychischen Qualität stellt sich ein bei einem Optimum an Einheitlichkeit und Differenzierung."

„Je mehr eine Melodie auch die der Tonika gegensätzlichen Töne der diatonischen Leiter in ihr Bereich zieht, desto mehr Leben scheint sie zu haben. Hemmung und Überwindung, Streit und Sieg, bald heftigerer, bald leichterer Art, glauben wir in ihr ausgedrückt zu finden, ‚fühlen wir in sie ein'. Und der Zwiespalt wächst, das innere Leben der Melodie wird reicher, umfassender, zugleich aber nimmt auch die Geschlossenheit ab, die Unruhe und Unbestimmtheit nimmt zu, je mehr chromatische Töne hineinkommen und eine Rolle zu spielen anfangen." Daraus folgt: „Der verbindende Grundrhythmus soll erkennbar alle sich ergebenden Beziehungen beherrschen und den Widerstreit der Rhythmen logisch lösen."

Gegen diese Auffassung des Wesens der Melodie können wir einige Bedenken nicht unterdrücken. Erstens liegt in der Melodie etwas so Geistiges, Seelisches, Ausdrucksvolles, daß mathematische Verhältnisse es nicht zur Darstellung bringen können. Zweitens hat der 2-Rhythmus keinen so wesentlichen Vorzug vor dem 3-Rhythmus, daß eine Tendenz bestände von diesem auf jenen überzugehen. Das

Digitized by Google

Ohr verlangt ebensowenig vom $\frac{3}{4}$ Takt zum $\frac{2}{4}$ überzugehen, als umgekehrt.

Zum Schlusse möge noch eine spekulative Arbeit über Harmonie und Melodie Platz finden, durch deren Kritik wir manche der berührten Punkte klarer stellen können. Es ist dies „Die Physiologie der Tonkunst". Von E. Dreher.[1])

Das Wort Physiologie wird von dem Verf. nicht in der engsten Bedeutung genommen; denn wenn auch die psycho-physischen Grundlagen des musikalisch Schönen vorzugsweise besprochen werden, so findet er doch den letzten und höchsten Reiz auch des musikalisch Schönen in Ideen; die musikalische Schönheit wird also schließlich psychologisch begründet. Es dürfte demnach die Schrift auch den Titel: Philosophie oder Psychologie der Tonkunst führen. Mit anderen Worten: Der Verf. behandelt so ziemlich dieselben Fragen, welche Helmholtz in seinem epochemachenden Werke: „Die Lehre von den Tonempfindungen", so meisterhaft gelöst hat oder doch der Lösung näher gebracht hat. Der Verf. erkennt die Leistungen Helmholtz' bereitwillig an, hat die von ihm gegebenen Lösungen des musikalischen Problems durchgängig vor Augen, glaubt aber seinen Auffassungen nicht in allweg beitreten zu können.

Dies ist sogleich in der ersten Frage über das Wesen der Harmonie und der damit zusammenhängenden über das Wesen der Klangfarbe der Fall, bei deren Lösung er sich wieder der seit Helmholtz ziemlich ins Abwesen gekommenen Euler'schen Fassung, freilich mit einer neuen Wendung, nähert. Helmholtz hat bekanntlich nachgewiesen, daß die Klangfarbe eines Tones, eines Instrumentes, einer Stimme von der Zahl, Stärke und Beschaffenheit der miterklingenden Obertöne abhängt. Diese Obertöne haben aber die bestimmte Beziehung zu ihrem Grundtone, daß ihre Schwingungszahlen in einfachen Verhältnissen zu denen des Grundtones stehen. Dieselben Verhältnisse finden sich aber auch in den harmonischen Intervallen derart, daß ein Intervall um so harmonischer ist, um so wohlgefälliger die Konsonanz ist, die es darstellt, je einfacher das Verhältnis der Schwingungszahlen der Töne des Intervalls ist.

Dagegen macht der Verf. geltend, daß die vom tönenden Körper ausgehenden Teilschwingungen, welche ebenso vielen Partialtönen entsprechen, sogleich bei ihrem Entstehen sich zu einer einzigen resultierenden Wellenbewegung verbinden, welche bis zum Ohre fortgeleitet wird. Da nämlich jedes Luftteilchen gleichzeitig nur eine Bewegung

1) Halle, Pfeffer. 1889.

Digitized by Google

ausführen könne, werde das Ohr nicht von einer Summe von Wellen verschiedener Länge getroffen, welche verschiedene entsprechende Tonwahrnehmungen auslösen könnten, sondern von einer einheitlichen Resultante. Wenn das Ohr nun doch eine Mannigfaltigkeit von Tönen wahrnehme, d. h. mit dem Grundtone noch eine Anzahl Obertöne höre, welche den Schwingungen der einzelnen Teile der vibrierenden Saite entsprechen, so sei das als akustische Täuschung zu betrachten, ähnlich wie die Tiefenwahrnehmung lediglich aus einer optischen Täuschung erklärt werden könne, freilich von dem großen Vorteile begleitet, daß sie uns die Außenwelt getreuer darstelle, als wir von der Empfindung als solcher erwarten könnten. Die prästabilierte Harmonie, die notwendige Folgerung aus der wirklichen Welt, erkläre allein jenes Zusammentreffen, der von uns scheinbar gehörten Obertöne mit der Gliederung des tönenden Körpers.

Euler fand nun das Wohlgefallen an den Konsonanzen in der Erfassung der einfachen Zahlenverhältnisse, in welchen die konsonierenden Töne (die Obertöne zu dem Grundtone) stehen: Dreher modifiziert diese Ansicht dahin, daß er jenen psychischen Prozeß in das Reich des Unbewußten, in verstecktere Tiefen der Seele verlegt, welche dem bewußten Ich den fertigen Wohlklang liefern.

Für seine Auffassung der Obertöne und gegen die Helmholtz'sche Deutung der Klangfarbe und der Harmonie macht, wie bemerkt, Dreher geltend, daß aus den Wellenbewegungen, welche den verschiedenen Partialtönen eines Klanges entsprechen, sich als Resultante eine einzige Wellenbewegung zusammensetze, welche das Ohr treffe, während Helmholtz annehmen müsse, daß das Organ von einer Summe mehrerer Wellenbewegungen erregt werde.

Dagegen lassen sich doch gewichtige Bedenken erheben. Mir ist durch persönliche Erfahrung ganz zweifellos, daß die Kombinationstöne nicht als akustische Täuschung, sondern als Realität, wenn auch bloß subjektive zu fassen sind. Ich führe einige Belege an. Wenn ich in der mittleren Lage des Klaviers eine Terz anschlage, so höre ich sehr vernehmlich einen tieferen Kombinationston. Derselbe besitzt nicht nur für mein unmittelbares Bewußtsein den vollen Charakter eines wahren Tones, sondern, wie die Erscheinung überhaupt pathologischer Natur ist, verspüre ich dabei im Ohre ein unangenehmes Gefühl an der Stelle, nämlich im linken Ohre, die mir als Sitz der Tonempfindung erscheint. Was aber von den Untertönen gilt, muß aus gleichem Grunde von den Obertönen zugegeben werden: sie werden als wirkliche und zwar als objektive Töne vom Ohre wahrgenommen.

Dieselben lassen sich sogar direkt als objektive Töne durch den

Digitized by Google

Resonator nachweisen. Derselbe läßt jeden auf ihn abgestimmten Ton eines Klanges aus dem Gewirre aller andern heraushören. Auch ohne künstliche Hilfsmittel hört man bei sehr tiefen Glockentönen den einen oder andern Oberton selbst deutlicher als den Grundton.

Man kann selbst die physischen Reize der Obertöne deutlich aufzeigen. Wird eine in ihrer ganzen Länge schwingende Saite genötigt, in ihren Hälften zu schwingen, sodaß diese also in der Zeiteinheit doppelt soviel Schwingungen als die ganze Saite machen, so entsteht die Oktave zu dem Grundton, der auch deutlich gehört werden kann, wenn die Amplituden der Schwingungen der Hälften weit genug sind.

A. Samojloff hat einen stroboskopischen Analysator konstruiert, der einen Klang so zerlegt, daß man auf der stroboskopischen Scheibe die im Klange enthaltenen Töne ablesen kann.[1])

Direkt lehrte mich die Realität der Obertöne ein schweres Ohrenleiden, das mir eine Zeit lang das Gehör fast ganz benahm. Ich muß ausdrücklich bemerken, daß in diesem Zustande nur eine Herabsetzung der Hörfähigkeit in Bezug auf Intensität vorhanden war: für Konsonanz und Dissonanz blieb mein Ohr vollständig empfänglich. Aber trotzdem klangen mir die Akkorde meines volltönigen Pianinos nicht bloß schwächer, sondern so unangenehm, wie wenn sie einem alten Klimperkasten entlockt wären. Die Hausschelle und die Meßglöckchen in der Kirche, welche sonst einen sehr wohlklingenden Ton gehabt hatten, klangen so hohl, als wären sie gesprungen. Woher diese auffallende Veränderung der Klangfarbe? Offenbar weil durch die Schwerhörigkeit die schwächeren Obertöne nicht gehört werden konnten. Also werden sie bei Wahrnehmung des vollen normalen Klanges wirklich mitgehört. Eine physische Herabsetzung der Hörfähigkeit kann doch unmöglich eine akustische Illusion zerstören, ebensowenig als die normale Disposition des Ohres Bedingung zum Zustandekommen einer solchen Illusion sein kann.

Ganz schlagend ist aber für mich noch folgende Beobachtung. Auf einem meiner ersten Ausgänge nach der Heilung des Ohres wehte ein ziemlich starker Wind, der die Bäume mächtig schüttelte. Eine Gruppe Pappelbäume ließ mich aber nicht das mir sehr bekannte Rauschen hören, sondern einen auffallend harten Klang vernehmen. Ich war so überrascht, daß ich mich umsah, um ein Fuhrwerk zu erspähen; denn mit dem harten Wagengerassel hatte das sonst so sanfte Säuseln die größte Ähnlichkeit. Hier kann doch der hartnäckigste Skeptiker nicht umhin, anzuerkennen, daß die

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1904. 36. Bd. S. 440 ff.

Digitized by Google

Veränderung der Klangfarbe, lediglich von dem Ausfall der Obertöne herrührt. Das liebliche, aber schwache Säuseln der Blätter, welches dem Rauschen der Laubbäume seine charakteristische Färbung gibt und den harten Klang der stärkeren Töne mindert, wurde in dem Zustande herabgesetzter Hörfähigkeit nicht wahrgenommen, und so blieb der harte Klang zurück.

Die Behauptung des Verf's., Helmholtz fasse die ans Ohr gelangende Schallmasse als die Summe von den Wellenbewegungen der Partialtöne eines Klanges, scheint uns nicht zutreffend. Ausdrücklich hebt er die analysierende Fähigkeit des Ohres hervor, welches im Einklang mit dem Ohm'schen Gesetz, das eine komplizierte Klangmasse in einfache Pendelschwingungen zerlegen lehrt, die resultierende Wellenbewegung durch die auf verschiedene Töne gestimmten Teile des Gehörapparates wieder in die einfachen Pendelschwingungen der Schallquelle auflöst.

Der Einwand Dreher's, daß ein jedes Teilchen der schwingenden Luft gleichzeitig nur eine aus verschiedenen Impulsen herrührende Bewegung ausführen könne, ist nicht beweisend gegen die reale gesonderte Wahrnehmung der Partialtöne. Denn wir können es täglich an der Oberfläche eines Sees beobachten, daß die verschiedensten Wellen sich durch einander fortpflanzen, ohne sich im großen und ganzen zu stören. Ein und dasselbe Wasserteilchen wird von der einen und der andern Welle in Bewegung gesetzt; es kann natürlich nur eine resultierende Bewegung ausführen; dies verhindert aber nicht, daß die beiden Wellenbewegungen im großen durch einander fortschreiten. Dasselbe ist an der tönenden Saite zu beobachten. Der Grundton entspricht der Schwingung der ganzen Saite, die Partialtöne den Schwingungen kleinerer Abschnitte derselben. Trotzdem daß jedes Teilchen nur eine Schwingung gleichzeitig ausführen kann, wird es doch von der Gesamtschwingung und der Partialschwingung berührt, welche beide friedlich neben einander bestehen. Nun ist aber nicht der mindeste Grund, daß beim Übergang in die Luft die Partialschwingungen sich zu einer resultierenden verbinden, und, wie der Verfasser meint, sogleich nach ihrer Entstehung vergehen sollten. Vielmehr treffen sie in ihrer Unterschiedenheit das Ohr, und eine jede wird von dem auf sie gestimmten akustischen Elemente ausgewählt und perzipiert oder wenn sie im Ohre verschmelzen, werden sie von diesem wieder analysiert.

Rückhaltloser können wir den Ausführungen des Verf.'s über das Wesen der Melodie, also der Musik überhaupt beistimmen. Viele seiner von einem feinen musikalisch-ästhetischen Sinne zeugenden Bemerkungen sind uns sehr sympathisch, und besonders auch der nicht

Digitized by Google

mißzudeutende Satz, daß die Musik Ideen zur Darstellung bringen müsse.

Die Ausdrucksfähigkeit, die wir hier der Musik insbesondere der Melodie zuschreiben, darf freilich nicht überspannt werden, wie dies z. B. von Ch. Ruths geschieht.

Derselbe berichtet über „Musikphantome" nach eingehenden Beobachtungen und Experimenten, die er an einigen Personen angestellt hat.[1]) Er versteht darunter psychische Erscheinungen, insbesondere Gesichtsphantome, welche in dem Gehirne mancher Personen bei Anhören von Musik, genau entsprechend dem Charakter der Musik und den Intentionen des Komponisten, entstehen. Sie treten diesen Personen als etwas Fremdes, ihrem Willen nicht Unterworfenes gegenüber, während dabei die klare Erkenntnis besteht, daß sie keine bloße Vorstellungen, auch keine (äußere) Wahrnehmungen sind.

Ruths beobachtete diese Phänomene zuerst zufällig bei einer Person (A.), konnte sie aber später, wenn auch schwächer, bei anderen konstatieren. Während ein großes Orchester den „Fliegenden Holländer" aufführte, bemerkte A. bei der Ouverture: „Da sehe ich ab und zu, wie eine weithin gedehnte Wasserfläche auftaucht, dunkelgrün in Wellen gehend." Es stellte sich sodann heraus, daß dieses Phantom immer wiederkehrte, wenn das Leitmotiv einsetzte. Bemerkenswert war, daß A. diese Wagner'sche Oper nie gesehen, die Ouverture nie gehört hatte. In demselben Konzerte wurde eine symphonische Dichtung „Wallensteins Lager" von d'Indy gespielt. Ohne zu wissen, daß es sich um „Wallensteins Lager" handelte, erklärte A.: „Ich sehe dabei derbe Männergestalten mit zum Teil gemeinen Bewegungen und frechen Gesichtern." Bei einer Tannhäuser-Ouverture war die Auffassung des Dirigenten übertrieben. ging über die Intentionen Wagner's hinaus, die Szene am Venusberg war bis zur Brutalität akzentuiert. A. sah bei dieser Szene Gestalten mit gemeinen erotischen Bewegungen und faunenartigen Zügen. Früher hatte A. dieselbe Ouverture gehört, ohne daß solche gemeine Bilder in ihm aufgetaucht wären.

Durch diese Erfahrungen veranlaßt, stellte nun Ruths systematische Experimente mit A. an. Zunächst wurde die Generalprobe eines Orchesters, welches Beethovens Pastoralsymphonie aufführte, benutzt. Die Symphonie enthält bekanntlich folgende Sätze: 1. Erwachen heiterer Empfindungen bei der Ankunft auf dem Lande.

1) Experimental-Untersuchungen über Musikphantome und ein daraus erschlossenes Grundgesetz der Entstehung, der Wiedergabe und der Aufnahme von Tonwerken. Darmstadt 1898.

Digitized by Google

2. Szene am Bach. 3. Lustiges Zusammensein der Landleute. 4. Gewitter, Sturm. 5. Hirtengesang. Frohe und dankbare Gefühle nach dem Sturm.

Die Phantome A.'s stimmten damit in wunderbarer Weise überein. „Und nun vergleiche man einmal dieses Programm der Symphonie, diese Intentionen Beethovens mit den von uns beobachteten Phantomen. Findet nicht Satz für Satz eine geradezu frappierende Übereinstimmung zwischen beiden statt? Man vergesse nicht, daß A. absolut keine Ahnung davon hatte, was gespielt wurde. Man nehme auch die Bemerkung hinzu, daß A. den Konzertzettel zuerst in die Hände bekam, als das Protokoll bereits geschlossen war. Ferner die folgende: Die drei letzten Sätze der Symphonie wurden in einem Zuge gespielt. A. konnte dies absolut nicht wissen, und dennoch nahmen die Phantome bei dem Übergang zu einem neuen Satz offenbar auch sofort einen neuen Charakter an, sie folgten durchaus den Vorstellungen im Gehirn Beethovens ... Es scheint also hiernach, als ob die Übereinstimmung zwischen den Erscheinungen in beiden Gehirnen nicht bloß im großen und ganzen, sondern auch in manchem Detail bestände. Man wird vergebens versuchen, alle diese frappierenden Übereinstimmungen als zufällige Assoziationen oder als zufällige individuelle Übereinstimmung erklären zu wollen."

In zahlreichen anderen Versuchen fand Ruths dieselbe Erscheinung, und nachdem er noch eine zweite Versuchsperson (B.) hinzugenommen, ergab sich, daß bei beiden im großen und ganzen, sogar in manchen Einzelheiten eine treffliche Übereinstimmung sich herausstellte, wobei zugegeben wird, daß die Zahl dazu geeigneter Personen wohl gering sein möge.

Aus diesen Befunden leitet nun Ruths eine praktische für die Ästhetik und Kunst, und eine theoretische Folgerung für die Psychologie ab: ersterer können wir bis zu einem gewissen Grade beistimmen, letztere, welche die Assoziationen erklären soll, scheint uns unhaltbar.

Was den ersteren Punkt anlangt, so glaubt nämlich Ruths, eine unfehlbare Norm zur Beurteilung des wahren Genius gefunden zu haben und damit dem schwankenden und ungerechten Kunsturteil der Kritiker und der unberufenen Menge gegenüber ein sicheres Kriterium zur Wertung von musikalischen Schöpfungen bieten zu können. Ein Musikstück wird das Werk echt genialen Schaffens sein, wenn es dieselben Musikphantome in dem Gehirne eines befähigten Zuhörers erzeugt, welche der Komponist zur Darstellung bringen wollte.

Es mag zugegeben werden, daß in manchen Fällen, namentlich, wenn ein Musikstück als sogen. Tonmalerei sich präsentiert, dieses

Digitized by Google

Kriterium gute Dienste tun kann, aber allgemein läßt es sich nicht anwenden, und wir können uns der Befürchtung nicht entschlagen, daß es die Unsicherheit des ästhetischen Urteils nicht beseitigen wird. Bei weiterer Ausdehnung der Versuche wird sich jedenfalls ergeben, daß die Musikphantome bei verschiedenen Personen sehr verschieden sich einstellen werden; daß sie oft eine gewisse Unbestimmtheit an sich tragen werden, welche mannigfacher Deutungen fähig sind. Denn trotz des heftigen Widerspruchs unseres Experimentators können wir in der ganzen Erscheinung nichts anders als eine Assoziation von Gesichtsvorstellungen mit analogen Gehörseindrücken erkennen. Wir haben hier nur eine ausgesprochenere Form der als „farbigen Gehörs" schon längst bekannten Erscheinung. Denn nicht nur Farben, sondern auch Gestalten, Figuren usw. verbinden sich mit bestimmten Buchstaben, Worten, Akkorden, Musikstücken usw. Auch bei diesen ziemlich häufigen „Doppelempfindungen" reicht nicht immer eine zufällige Assoziation zwischen Ton und Gesichtsvorstellung hin, man muß einen inneren Zusammenhang zwischen den Tönen und Farben oder Figuren annehmen.

Derselbe ist aber in der Analogie zwischen den Qualitäten der verschiedenen Sinne, insbesondere des Gesichts und Gehörs, welche Th. Fechner weitläufig dargelegt hat, gegeben. Noch inniger wird aber der Zusammenhang zwischen Gesicht und Gehör in der Musik. K. Groos nennt die Melodie eine „tanzende Stimme"; ihre auf- und niedersteigenden Bewegungen stellen uns anschaulichst räumliche Bewegungen dar, welche noch dadurch stärkeren ästhetischen Eindruck machen, daß sie Ausdruck psychischer Gefühle sind.[1]) So ist es leicht begreiflich, wie ein fein angelegtes Gesichts-Individuum (von „visuellem Typus") die Bewegungen der musikalischen Melodie in räumliche, und wegen der übereinstimmenden Beanlagung des Komponisten gerade in jene speziellen umsetzt, welche auch letzterer ausdrücken wollte.

Dazu kommt aber nun noch das Gefühlsmoment. Im Gefühlstone können sich die Qualitäten aller Sinnesgebiete einander nähern.

Die munteren, kühnen, traurigen, verzweiflungsvollen Gefühle, welche der Musiker durch seine Melodie und Harmonie zum Ausdruck bringen will, knüpfen sich vielfach an objektive Ereignisse, an freudige, ernste Szenen. Da nun die echte Musik jedenfalls zunächst die Gefühle des Komponisten zum Ausdruck bringt, wird in einem besonders

1) Über Hörspiele. Vierteljahrsschr. f. wissensch. Philos. S. 1 ff.

Digitized by Google

fein besaiteten Hörer nicht bloß das Gefühl des Komponisten geweckt werden, sondern auch mehr oder weniger eine entsprechende Situation vorgestellt oder phantomartig geschaut werden. Über eine annähernde in allgemeinen Zügen gehaltene Übereinstimmung zwischen der beabsichtigten und wirklich erzielten Gesichtsvorstellung kommt aber auch Ruths mit seinen Beobachtungen nicht hinaus.

Genauere experimentelle Untersuchungen an normalen Menschen haben sogar eine ziemlich geringe Ausdrucksfähigkeit der Musik ergeben. C. J. Gilman veranstaltete ein Konzert und wählte 16 Herren und 12 Damen, sämtlich ohne musikalische Bildung, welche über den Eindruck der einzelnen Stücke, die ihnen ganz unbekannt waren, zu urteilen hatten; der von ihnen erfahrene Eindruck wurde sofort nach einem jeden Stücke, ohne daß sie sich mit einander erst besprechen konnten, in ein Notizbuch eingetragen. Zur Anwendung kamen Klavier und Violine, welch letztere auch die Gesangsstimme, die man wegen der durch den Text herbeigeführten Assoziationen ausschließen wollte, übernahm. Die meisten Stücke wurden mehrmals gespielt; das Konzert dauerte 4 Stunden, jedenfalls zu lang, um fortgesetzt frische und natürliche Eindrücke zu erzielen. Wenn nun freilich diese Versuchsanordnung nicht einwurfsfrei ist, und insbesondere die Entscheidung durch Stimmenmehrheit etwas oberflächlich erscheint, so hat doch dieselbe die gewöhnlichen störenden Einflüsse zu vermeiden gesucht. Weil wir nämlich meist den Titel des Musikstückes kennen, seine Bestimmung, die dramatische Situation, den Text hören usw., glauben wir, wirklich ein bestimmtes Ereignis geschildert zu hören, Gedanken und Stimmungen zu vernehmen. In unserem Falle stützte sich aber das Urteil einer jeden Versuchsperson auf ihren eigenen Eindruck. Und da zeigte sich denn, daß die Ausdrucksfähigkeit der Musik weit geringer ist als gewöhnlich behauptet wird. Die Urteile stimmten sehr wenig überein, jedenfalls nur in ganz allgemeinen Punkten, meist nur inbezug auf Stimmungen, während die sich anschließenden Phantasien mannigfach variierten. Manchmal wird das Urteil lediglich durch die äußere Struktur des Stückes oder durch die Schallempfindung bestimmt.

Auch June E. Downey hat ähnliche Versuche wie Gilman angestellt.[1]) Die Protokolle der verschiedenen Versuchspersonen zeigen wieder Übereinstimmung im gröberen Gefühlsverlauf, dagegen große Verschiedenheiten in feineren Einzelheiten und in dem Vorstellungsverlaufe.

1) A musical experiment. Amer. Journ. of Psych. 1897. IX. p. 63—69.

Digitized by Google

Dazu bemerkt P. Mentz mit Recht: „Bereits für den geschulten Musikpsychologen oder gründlicheren Musikkenner bieten allereinfachste Melodien, die etwa ohne Text gedacht seien, hinsichtlich der eingehenderen Darstellung ihrer psychologischen Mittel, ihres Inhaltes und ähnlicher Fragen bekanntlich Schwierigkeiten, der Art, daß in jedem Falle ein nicht unbeträchtlicher Rest zurückbleibt, hinsichtlich dessen . . . selbst bei eingehendster Diskussion eine verschiedene Deutbarkeit vorhanden ist. Ähnliches gilt für den ausübenden Interpreten, dessen einzelne Interpretationen z. B. schon zu verschiedenen Zeiten und zu Folge verschiedener Stimmungen erhebliche Abweichungen aufweisen. Nun erfassen aber Dilettanten mit ihrer verhältnismäßig geringen Übung bekanntlich gar nur immer einen geringen Bruchteil des gegebenen Ganzen, auch wenn es sich ‚lediglich' um den Inhalt handelt, der in Wirklichkeit aber kaum von den Vorstellungsmitteln und ihrer Diskussion zu trennen ist. Außerdem tritt für sie die Schwierigkeit der Selbstbeobachtung und sprachlichen Darstellung der Gefühls- und Vorstellungsinhalte hinzu." [1])

So gering aber auch darnach die Ausdrucksfähigkeit der Musik sich herausstellt, so stark ist nach Gilmans Versuchen ihre Suggestionsfähigkeit. Mit einer staunenswerten Leichtigkeit schließen sich die mannigfachsten Gedanken und Stimmungen daran. Man muß eben nicht etwas Bestimmtes bei einem ausdrucksvollen Musikstück denken, sondern es beflügelt die Phantasie, unendlich vieles dabei sich vorstellen zu können.[2])

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, inwieweit die Erwartung, welche auf die Musikphantome von ihrem Entdecker gesetzt wird, nämlich als Probierstein echter genialer Kunst zu dienen, berechtigt ist; zugleich aber macht unsere an die gewöhnlichen Erscheinungen des Seelenlebens anknüpfende Erklärung die seinige, welche ein ganz neues psychologisches Grundgesetz voraussetzt, bezw. aus den Phantomen ableiten will, überflüssig und weiterhin ganz unzulässig.

Er sagt: „Ein Komponist hat seine Vorstellungen, seine Gedanken, während er an einer Tondichtung schafft. Wenn nun dieselben oder ähnliche Vorstellungen resp. ähnliche unwillkürliche Phantome in dem Gehirn eines andern Menschen auftauchen können, wenn sie hier auftauchen können beim Anhören jener Tondichtung, ohne daß der zweite vorher eine Kenntnis von den Intentionen des Komponisten hatte, so müssen nicht bloß in den Tönen Elemente der Vorstellungen

1) Zeitschr. f. Phychol. u. Phys. d. S. 1898. 18. Bd. S. 462.

2) Report on an experimental test of musical expressiveness. Americ. Journ. of Psych. 1892, IV, 4; V, 1.

Digitized by Google

und Gedanken des Komponisten sein, sondern es muß auch ein unbewußter Übergang qualitativer Elemente zwischen der Gehörssphäre und den übrigen Gehirnsphären, sowohl in dem Gehirn des Komponisten als in demjenigen der zweiten Person stattfinden. Der Komponist hat die Vorstellung einer Meeresfläche und malt sie in Töne, jene zweite Person hört die Töne, und in ihrer Gesichtssphäre als Phantom taucht die Meeresfläche wieder auf. Wie kann dies möglich sein? Man sagte seither, daß Gesichts- und Gehörsphänomene durchaus unvergleichbare Qualitäten besäßen. Wenn es sich aber mit den Musikphantomen in der angedeuteten Weise verhält, so wird diese seitherige Anschauung widerlegt, und es ist der Beweis geliefert, daß qualitative Elemente zwischen beiden Sphären gemeinsam sind und stetig unwillkürlich und auf unbewußtem Wege zwischen den verschiedenen Sphären hin und her gehen müssen."

Dieses „Hinüberwandern" von einer Sinnessphäre in die andere erklärt Ruths nun genauer:

„Töne und Tonfiguren können nicht identifiziert werden mit den Farben, Formen oder Verknüpfungen in der Gesichtssphäre. Wir haben keinen Grund zu der Annahme, daß Töne und Tonfiguren als ein Ganzes nach der Gesichtssphäre hinüberströmen und sich hier in spezifische Gesichtsphänomene verwandeln können. Wenn sich hier die Phantome nur innerhalb spezieller Erinnerungen bewegen, wenn jener Bach im Phantom nur um deswillen eintritt, weil ein ähnlicher Bach schon einmal beobachtet wurde, so müssen wir vielmehr schließen, daß die Formen und Bewegungen dieses Baches im Phantom, soweit es sich um spezifische Gesichtsformen und Gesichtsbewegungen handelt, gleichfalls nur Erinnerungen sind. Was von der Gehörssphäre herüberkommt und als ein Neues in das Phantom eintritt, das wären hiernach nur einzelne Elemente oder Elementarkomplexe. Es wären Elemente und Elementarkomplexe, welche für sich allein nicht den spezifischen Charakter von Gehörsformen und Gesichtsbewegungen besäßen, welche aber gleichwohl als ein wesentliches Moment in diesen Formen und Bewegungen enthalten sein müßten. Die Gehörsphänomene einerseits und die Gesichtsphänomene andererseits hätten hiernach ihre spezifischen Momente, durch welche sie eben als Gehörs-, resp. Gesichtsphänomene sich charakterisieren.

„Aber neben diesen spezifischen Momenten wären in ihnen noch unspezifische Momente oder Elemente enthalten, und diese könnten in beiden Sphären von der gleichen Art sein. Diese letzteren Elemente müssen es nun auch sein, welche als etwas Selbständiges von der Gehörssphäre nach der Gesichtssphäre hinüberströmen und hier statt der

Digitized by Google

gleichen Elemente in die speziellen Erinnerungen einspringen. In den Tonfiguren jenes Blasinstrumentes sind Elemente, welche sich auch in dem Gesichtsphänomen eines sich schlängelnden Baches finden. Wenn nun jene Tonfiguren erklingen, so können jene Elemente von der Gehörssphäre nach der Gesichtssphäre hinüberströmen und sie können hier auf die gleichen oder ähnlichen Elemente in den speziellen Erinnerungen eines Baches treffen.

„Sie können sich für diese Elemente substituieren und, indem sie dabei zugleich die Formen und Bewegungen eines Baches der Erinnerung nun im Anschlusse an die Musik modifizieren, können sie die also modifizierte Erinnerung des Baches im Phantom erscheinen lassen. Es muß ein Substitutionsprozeß sein, denn es erscheinen ja nicht die Formen und Bewegungen des speziell gesehenen Baches, sondern statt ihrer die modifizierten Formen und Bewegungen."

Diese Erklärung erinnert lebhaft an die in der neueren Zeit so beliebte Erklärung vom Wesen der Assoziation, welche bestimmte Nervenbahnen durch Übung ausschleifen läßt, auf welchen die Vorstellungen ohne Widerstand leicht zu einander hinwandern können. Wenn diese materialistischen oder wie sie sich lieber nennen physiologischen Assoziationspsychologen die Musikphantome durch Assoziation erklären — und ein anderer Weg kann kaum als wissenschaftlich gelten — so können sie gegen die Ruths'sche Erklärung der Erscheinung wenig einwenden.

Aber Vorstellungen, Phantome, Sinnesqualitäten sind keine Wesen, keine Fluida, keine Bewegungen, welche von einer Sinnessphäre in die andere wandern könnten. Einen vernünftigen Sinn könnte die Ruths'sche Erklärung der Musikphantome durch Wanderung von Elementen nur dann haben, wenn man sie auf die den Sinneswahrnehmungen zugrunde liegenden Nervenbewegungen bezöge. Es wäre wohl denkbar, daß eine Erregung des akustischen Nerves oder der akustischen Gehirnpartien auch eine entsprechende Erregung der optischen Partien, z. B. der Vierhügel, bewirkte; dazu brauchte man nur einen anatomischen Zusammenhang beider nervösen Regionen vorauszusetzen. Hier hätte es auch einen Sinn, einerseits von spezifisch verschiedenen und andererseits von gleichen Sinneselementen zu sprechen: das Gleiche wäre die Erschütterung des optischen wie des akustischen Nerven überhaupt; das spezifisch Verschiedene, die besondere Art der Erregung in dem einen und dem andern Gebiete.

Wäre eine solche Erklärung der Musikphantome nicht gerade unmöglich, so kann sie doch keinen wissenschaftlichen Wert beanspruchen, weil von einer solchen anatomischen Verbindung von Gesichts- und

Digitized by Google

Gehörssphären nichts bekannt ist; bestände sie aber wirklich, so dürften die Musikphantome nicht bloß bei einzelnen bevorzugten Individuen auftreten, sondern wären eine regelrechte Erscheinung bei allen Menschen. Sie könnten auch nicht dazu dienen, das Genie des Komponisten zu beurteilen, sondern mit jeder Gehörswahrnehmung müßten auch entsprechende Phantome auftreten, aber auch umgekehrt, mit allen Gesichtswahrnehmungen müßten Tonempfindungen verbunden sein.

Betrachtet man aber die Sinnesqualitäten von ihrer psychischen Seite als Farben, Töne, so kann ein Fließen, Wandern derselben von einem Teile des Gehirns zum andern nicht stattfinden; denn diese Qualitäten sind untrennbar mit der Empfindung verbunden; Empfindungen aber sind immanente, wesentlich im Subjekte verbleibende, eine Zuständlichkeit des Subjektes darstellende Affektionen. Wahr ist, daß nach dieser Seite, der psychischen, betrachtet, alle Sinnesqualitäten etwas Gemeinsames neben der einer jeden spezifischen Eigentümlichkeit aufweisen, nämlich erstens alle haben eine Gefühlsbetonung, wie Lust, Leid, welche für zwei verschiedene Sinnesgebiete ziemlich identisch sein, selbst qualitativ übereinstimmen kann. Zweitens, alle finden sich in dem einen Bewußtsein. Aber beides führt auf unsere Erklärung der Musikphantome. Wie das Gefühl die Vermittlung zwischen zwei assoziierten Sinnesqualitäten übernehmen kann, haben wir oben schon gesehen, und werden weiter unten noch darauf zurückkommen. Das Bewußtsein kann Ruths nicht als Vermittler anrufen, weil der Prozeß der Bildung der Musikphantome nach ihm in der unbewußten Sphäre sich vollzieht. Und darin müssen wir ihm insoweit beistimmen, als regelmäßig die Assoziation der Vorstellungen und überhaupt der psychische Akt unbewußt vor sich geht, obgleich auch nicht zu leugnen ist, daß durch ganz bewußte und überlegte, willkürliche Tätigkeit mit einer Gehörsvorstellung eine entsprechende Gesichtsvorstellung und umgekehrt verknüpft werden kann. Geschieht es, wie meist, unbewußt, dann ist es der gemeinsame Seelengrund, durch welchen die Vermittlung vor sich geht. In ganz unbewußter Weise kann und unter Umständen muß dies eine seelische Wesen, welches in einer seiner Sphären erregt ist, auch in einer andern miterregt werden.

So ist es ja eine bekannte Erscheinung, daß die sinnliche Wahrnehmung eines Objektes die geistige Auffassung anregt, die Vorstellung eines Angenehmen den Willen zum Begehren anregt. Für viele andere Sphären muß aber der Zusammenhang erst durch Übung herbeigeführt werden.

Digitized by Google

Die Herstellung eines solchen Zusammenhanges ist aber nicht immer eine zufällige, sondern wird mächtig durch Analogie der verschiedenen Bewußtseinsgebiete, durch gemeinsamen Gefühlston, durch subjektive Anlage usw. unterstützt. Dies wird sich uns durch eine eingehendere Darlegung der Erscheinung des „farbigen Gehörs" ergeben.

Farbiges Gehör.

Die neuere physiologische oder experimentelle Psychologie setzt sich nicht nur zur Aufgabe, Seelenvorgänge nach Intensität und Dauer zu messen, sondern auch durch Zergliederung in elementarere Bestandteile in ihrem wahren Wesen zu ergründen. Auf diese Weise hat sie gefunden, daß die Tonempfindung in den seltensten Fällen eine einfache Wahrnehmung ist, sondern sich aus einer bestimmten Zahl von Tönen zusammensetzt. Indem mit dem Grundton mehr oder weniger stark die sogen. Obertöne mitklingen, erhält der Klang eine bestimmte Farbe. Je nachdem höhere oder tiefere konsonierende oder dissonierende Obertöne stärker oder schwächer mitklingen, ist die Klangfarbe der Instrumente und der menschlichen Stimmen verschieden.

Aber nicht bloß die einfachen Empfindungen eines und desselben Sinnes setzen sich zu einer Gesamtwahrnehmung zusammen, sondern auch die Empfindungen verschiedener Sinnesgebiete. So ist der Geschmack nicht eine einfache Empfindung, sondern sie ist aufs innigste mit Geruchs- und Tastempfindungen verbunden, nach Herbart'scher Terminologie kompliziert. Wir schreiben fast jeder Speise einen spezifischen Geschmack zu und müßten darnach unzählig viele Geschmäcke unterscheiden; und doch gibt es nach gewöhnlicher Annahme nur vier: bitter, süß, sauer, salzig. Die weiteren Unterschiede hängen von den Gerüchen, z. B. bei den Früchten vom Geruche ihrer aromatischen Öle ab.

Aber auch Sinnesempfindungen und viele phantastische Vorstellungen oder innere Gefühle können sich so fest miteinander verbinden, daß man glaubt, die sinnliche Wahrnehmung enthalte auch das, was die Phantasie hinzufügt. Manchmal ist die Vorstellung zwar fest mit der Sinnesempfindung verbunden, man kann sie aber doch leicht unterscheiden.

Darunter scheint das sogen. „farbige Gehör" zu fallen. In neuester Zeit hat man sich eingehender mit dieser psychologischen Erscheinung beschäftigt, von deren Vorkommen in früheren Zeiten nur vereinzelte Berichte vorliegen. Es ist dies die eigentümliche Verbindung von Farbenempfindungen und Gehörsempfindungen, die sich

Digitized by Google

nicht gar so selten beobachten läßt, wie dies jetzt durch eingehendere Beschäftigung namentlich der Augenärzte mit dem Phänomene konstatiert wurde. A. Binet hat in einem Aufsatze: Le problème de l'audition colorée, den Gegenstand wissenschaftlich behandelt; ihm entnehmen wir folgende Tatsachen.

Ein junges Mädchen stellte an unseren Forscher die Frage, warum der Laut i rot sei. Eine Dame behauptete von einer Blume, sie sei so blau wie das Wort Jules. Dieselbe Empfindung setzte sie auch bei ihrer Umgebung voraus, denn als diese sich darüber verwunderte, sagte sie: „Sie wissen selbst ganz gut, daß das Wort Jules blau ist."

Die Farbenempfindung haftet im allgemeinen mehr an Worten als an einzelnen Buchstaben, mehr an Vokalen als an Konsonanten. Und zwar ist sie um so bestimmter, je klarer und deutlicher das Wort ausgesprochen wird. Je nach Klangfarbe, Höhe und Tiefe der Stimme kann die Farbe mannigfache (5—6) Nuancen erfahren. Jedoch entspricht nicht bei allen Individuen demselben Vokale dieselbe Farbe; a erscheint dem einen rot, dem andern schwarz. Nicht einmal Durchschnittswerte konnten auf statistischem Wege erhalten werden; Millet fand, daß meistens a schwarz, i weiß, o rot, u grün, dagegen Claparède, daß unter 100 Fällen meistens a schwarz, e blau, i rot, o gelb, u grün vorgestellt werden.

Eine Dame stellte sich beim Anhören Haydn'scher Musik eine grüne Farbe vor. Die Werke Mozarts erscheinen ihr blau, die Chopins stark gelb. Meyerbeer sagte von Akkorden Webers, daß sie purpurn seien.

Ufer teilt uns in einer Besprechung[1]) der Binetschen Abhandlung noch folgende Tatsachen aus eigener Beobachtung mit. Ein Jurist seiner Bekanntschaft besitzt das farbige Gehör in besonders hohem Grade. Er leidet an Neurasthenie des Gehirns, womit die Vermutung bestätigt wird, daß nervöse Reizbarkeit das farbige Gehör begünstige. Er hat Farbenempfindungen bei Vokalen und Tönen. Einzelne sowie ganze Tonsätze erzeugen bei ihm bestimmte Farbenvorstellungen, die nach Eintritt eines Augenleidens oft zu quälenden Halluzinationen werden. Der Chopin'sche Trauermarsch hat bei ihm eine so starke Orangefarbe, daß er einmal aus einem Leichenzuge austreten mußte. Eine Oper kann er deshalb, obgleich er sehr musikalisch ist, nicht hören; sanfte Musik ist ihm erträglicher.

Wie ist eine so eigentümliche Erscheinung erklärbar? Gerne

1) Zeitschr. f. exakte Philosophie. 1893. S. 422 f.

Digitized by Google

werden wir Binet zugeben, daß es sich hier um eine bloße Vorstellung handelt. Aber warum verbindet sich dieselbe so regelmäßig mit bestimmten Gehörseindrücken?

Charcot hat nachgewiesen, daß es Personen gibt, bei denen der Gesichtssinn, andere, bei denen das Gehör mehr ausgebildet ist. Damit stimmen auch die Beobachtungen an berühmten Rechenkünstlern: manche derselben lösen Aufgaben, indem sie die langen Zahlenreihen sich geschrieben vorstellen, andere rechnen mit dem Gehör.

Binet hält es nun für wahrscheinlich, daß die Personen von farbigem Gehör der ersteren Kategorie, dem type visuel (Typus des übermäßig ausgebildeten Gesichtssinnes) Charcots angehören. Ist dieses farbige Sehen von Tönen an und für sich schon ein Hinweis auf eine abnorme Ausbildung des Gesichts, spezieller der Farbenempfindung, so sprechen dafür folgende Tatsachen. Personen von farbigem Gehör erinnern sich am leichtesten der Farben und Formen der Gegenstände; viele derselben sind darum Maler geworden, diejenigen aber, welche andere Berufsarten gewählt, haben immerhin eine leidenschaftliche Vorliebe für Farben. Ihre Gesichtsempfindungen sind reicher als die der normalen Menschen. Die weiße Farbe, die so einfach und kurz zu bezeichnen ist, kennzeichnen sie in den verschiedensten minimalen Nuancen. Sie sagen nicht o ist weiß, sondern o hat eine weiße Nuancierung, hat die Farbe von weißem Plüsch, von einem frischen weißen Champignon. Oder sie sprechen von einem Milchweiß mit einem Anflug von Rahm. So haben sie noch eine große Menge von Epitheta, welche sie zur Bestimmung der Farbennuancen hinzufügen.

Nach Galton lieben es die Vertreter des type visuel, abstrakte Dinge mittelst Gesichtsvorstellungen sich anschaulich zu machen. Die Zahlenreihe von 1—10 denken sie sich wie eine Leiter mit 10 Stufen, wie eine Reihe von 10 Personen, von 10 aneinanderliegenden Kästen. Der oben erwähnte nervöse Jurist, der stark an dieser Abnormität litt, dachte sich eine Reihe würfelförmiger Kästen, die an Größe nach der Reihenfolge der Zahlen zunehmen. Der Begriff Diebstahl haftet bei ihm an einer Kugel.

Nach einer statistischen Erhebung Claparèdes sind nun beide Anomalien nämlich die des type visuel und des farbigen Gehörs miteinander verbunden. Von 270 Personen hatten 120 Personen sie zugleich, die übrigen keine von beiden.

Man könnte nun zunächst an eine zufällig entstandene Assoziation denken. Die starke Ausbildung des Gesichtssinnes hat einst beim Hören von bestimmten Klängen eine Farbenvorstellung bewirkt,

Digitized by Google

welche durch öftere Wiederholung sich fest damit verbunden hat. Solche feste Verbindungen aus ursprünglich rein zufälligen Assoziationen entstehen wohl bei jedem Menschen, insbesondere die Verbindung von sinnlichen Eindrücken, vor allem von Farben und Formen mit abstrakten Begriffen. Durch Tatsachen läßt sich freilich schwer die Richtigkeit dieser Erklärung feststellen; denn die betreffenden Personen können sich nicht an das erste Auftreten der Erscheinung erinnern, da sie in die frühesten Lebensjahre zurückreicht. Indes machen es einige Angaben von Binet wahrscheinlich, daß der Zusammenhang von Farbe und Ton sich durch Zufall gebildet hat. Einer Engländerin z. B. erschien e rot, und sie erklärte es dadurch, daß rote Gegenstände mit red bezeichnet werden. Einem Franzosen erschien o weiß, und meinte deshalb, das Wort noir sei nicht richtig gebildet.

Binet faßt das Ergebnis seiner Untersuchungen in folgende Sätze zusammen:

„Ein Punkt ist sicher, nämlich daß die Farbeneindrücke die von bestimmten Gehörswahrnehmungen erzeugt werden, Vorstellungen sind. Ein Punkt ist wahrscheinlich, nämlich daß die Personen, welche diese Eindrücke erfahren, dem type visuel angehören; einer ist möglich, daß das Band der Eindrücke das Resultat von assoziierten Wahrnehmungen ist."

Diesem Ergebnisse kann man im allgemeinen beistimmen, es kann aber doch auch noch bemerkt werden, daß zwischen den verschiedenen Sinnesgebieten eine große Analogie besteht, die gerade zwischen Gesichts- und Gehörswahrnehmungen am auffallendsten ist. Die Sprache bezeichnet ja durchgängig Tonverhältnisse durch Ausdrücke, die von Farben entlehnt sind und umgekehrt; man denke nur an Tongemälde und Farbentönung. Freilich geht diese allgemein gefühlte und anerkannte Analogie nicht soweit, daß sie einzelne Töne mit einzelnen Farben in Zusammenhang bringen könnte, man kann aber annehmen, daß Menschen mit fein entwickeltem Farben- und Tonsinn, wie wir sie unter den Vertretern des farbigen Gehörs finden, noch Analogien entdecken, die den Durchschnittsmenschen entgehen. Aber dem steht wieder entgegen, daß die untersuchten Personen sehr wenig in ihrer Analogisierung übereinstimmen: es wird also doch eine mehr oder weniger zufällige Assoziation gewesen sein, daß mit diesem Ton sich gerade diese Farbe verband.

Um die Festigkeit der Verbindung zu erklären, kann man auch die nervöse Reizbarkeit der betreffenden Personen in Betracht ziehen. Dieselbe läßt es begreiflich finden, daß Reizung in einem Sinnesgebiete auch eine Reizung in einem andern Gebiete, die ja auch bei

Digitized by Google

normalen Menschen nicht ungewöhnlich ist, bewirkt, und somit die eine sinnliche Wahrnehmung eine anders geartete in Begleitung hat. Die vielfache Analogie des Tongebietes mit dem Farbengebiete, die wir oben hervorhoben, erklärt nun in Verbindung mit der abnorm starken Entwicklung des Gesichtssinnes, daß die akustische Reizung gerade eine optische hervorruft.

Weitere Untersuchungen und Erklärungsversuche über die sogen. audition colorée liegen von W. S. Colman[1]) vor, der die Insassen zweier großen Blindenanstalten auf dieses Phänomen untersuchte. Es fanden sich im ganzen 12 einschlägige Fälle, von denen zwei ausführlicher mitgeteilt werden.

Im ersten bestand die Blindheit seit 4 Jahren. Jedem Vokal war eine Farbe zugeordnet: dem o weiß, i grün, und a und u hellblau usw. Die Konsonanten waren von Farbenvorstellungen, nicht von Farbenempfindungen begleitet, aber nicht in ganz konstanter Weise. Im andern Falle bestand die Blindheit schon 15 Jahre. Hier begleiteten nicht nur die Vokale, sondern auch die Konsonanten und die einzelnen Töne der Oktave bestimmte Farbenempfindungen. Letztere waren so fein, daß sie sogar für cis und des verschieden waren. Schon der bloße Gedanke an einen Buchstaben erweckte in ungefähr 1 Elle Entfernung von den Augen die zugehörige Farbe. Auch mit den Monatsnamen verbanden sich bestimmte Farben, meist entsprechend dem hervorragenden Buchstaben des Namens.

Der Umstand, daß die Farbenassoziationen bei verschiedenen Personen nicht übereinstimmen, wie sich aus einer tabellarischen Zusammenstellung des Verfassers ergibt, beweist ihm, daß (krankhafte) neuropathische Konstitution nicht die Ursache ist; er meint, es handle sich um rein psychische Assoziationen. Da auch Schriftzeichen die Farbenempfindungen hervorrufen, so verwirft er die Bezeichnung colour hearing, farbiges Gehör, und zieht den Ausdruck „Synaesthesie" oder „sekundäre Farbenempfindung" vor.[2])

Mit demselben Gegenstande beschäftigt sich auch der Dorpater Professor und Direktor der dortigen Augenklinik, Raehlmann, in einem Aufsatze der unten zitierten Zeitschrift:[3]) „Über die Rückwirkung der Gesichtsempfindungen auf das physische und psychische Leben." Obgleich er die Übertragung einzelner Gehörsempfindungen auf das

1) On so-called Colour hearing. Lancet. 1894. 13. März u. 7. April.

2) Vergl. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane. 1895. 5. Heft. S. 391.

3) 6. Heft, S. 408 ff.

Digitized by Google

Gebiet des Gesichtssinns eine „gewagte“ nennt, führt er doch eine so große Anzahl von ganz verbürgten Fällen dieser Art an, daß man sie wohl abnorm, aber doch nicht gerade Krankheit nennen kann.

Seine Erklärung der Erscheinung ist folgende: „In solchen Fällen handelt es sich offenbar um weitere Ausbreitung der erwähnten Assoziationsprozesse, mittelst welcher sich die Gesichtsvorstellungen an Gehörsempfindungen anschließen, um eine Art subjektiver illusorischer Verarbeitung der schon an sich ungewöhnlichen Empfindungsvorgänge. Inwiefern willkürlich hervorgerufene Stimmungen des Gemütes bei diesen Erscheinungen mitbeteiligt sind, ist kaum zu ergründen.“

Letztere Bemerkung bezieht sich wohl auf jene Fälle, wo musikalische Eindrücke, Musikstücke, entsprechende ästetische Gesichtseindrücke von geometrischen Figuren, Gebäuden, Landschaften usw. wecken.

Doch kommen noch auffallendere Fälle von Übertragung vor. B. Wallaschek berichtet über eine Dame, welche nicht nur in der Phanthasie Gesichtsvorstellungen mit Gehörsempfindungen, speziell mit Musik verband, sondern, sobald Instrumente zu spielen begannen, wirkliche weiße Figuren vor sich sah. Dazu bemerkt Raehlmann: „Hier handelt es sich also um ein Beispiel wirklicher Illusion im Gebiete des Gesichtssinnes, hervorgerufen durch bestimmte Gehörseindrücke. Daß es sich in solchem Falle nicht um eine direkte Miterregung, sondern offenbar um Übertragung von Empfindungen von einem Sinnesgebiet ins andere handelt, welche auf dem Wege assoziierter Vorstellungen, die sich bei der beteiligten Person leichter als bei den meisten Menschen und mit einer gewissen Regelmäßigkeit verknüpfen, zustande kommen, liegt auf der Hand. Auf welchen Bahnen aber diese Assoziationsvorstellungen geleitet werden, ist völlig unbekannt, und das Rätselhafte des physischen Vorgangs, durch welchen es zur Miterregung der Zentren eines völlig getrennten Sinnesgebietes kommt, absolut unaufgeklärt.“

Diese Übertragung selbst ist jedoch für andere Sinnesgebiete eine längst bekannte Sache. Durch Gehörseindrücke wird auch bei Gesunden und nervenstarken Menschen ein Gefühl in der Haut, in den Zähnen erregt. Beim Kratzen eines Schreibstiftes auf der Schiefertafel und bei anderen schrillen Tönen überfällt sie ein Kältegefühl, so daß sie eine „Gänsehaut“ bekommen. Manche Menschen können ohne Schmerzempfindungen manche musikalische Instrumente nicht hören. Raehlmann selbst kannte eine Dame, welche beim Hören des Violonzellos regelmäßig schmerzhafte Krampfzufälle bekam.

---

1) Paris, Alcan Genève, Eggimon 1893.

Digitized by Google

Die herkömmliche Erklärung dieser Übertragung betreffend bemerkt Raehlmann: „Die bisher beliebte und bequeme Art, sie in das Gebiet der Hysterie zu verlegen oder gar an hypnotische Zustände zu denken, hat dem Verständnis der Übertragung wenigstens nicht den geringsten Nutzen gebracht. Freilich ist nicht in Abrede zu stellen, daß diese Abnormitäten viel bei hysterischen und neurastheniſchen Personen, überhaupt bei reizbarer Schwäche, übrigens häufig genug bei gesunden und kräftigen Personen angetroffen werden."

Die Beobachtungen von Claparède hat Th. Flournoy fortgeführt und in der Schrift: Les phénomènes de synopsie erörtert.

J. Cohn berichtet darüber in der Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane.[1]) Diesem Berichte entnehmen wir folgendes:

Die Arbeit Flournoys behandelt wesentlich die Resultate einer von Claparède im Jahre 1892 durch einen Fragebogen aufgenommenen Statistik und zahlreicher durch persönliche Befragung von Flournoy selbst seit 1882 gesammelter Beobachtungen.

Flournoy gebraucht für den Umkreis aller Doppelempfindungen den Ausdruck Synaesthesie. Die Hauptempfindung oder Vorstellung (Gehör), welche die sekundäre (Farbe) Mitempfindung in Begleitschaft hat, nennt er inducteur, die ausgelöste sekundäre induit. Ist die induit eine Gesichtswahrnehmung oder Vorstellung, so nennt er sie Synopsie.

Nach der Verschiedenheit der induzierten Empfindung oder Vorstellung teilt er die Synopsien in Photismen, in welchem Farbe oder Helligkeit, und Schemata, in welchen Formen vorherrschen. Die Schemata zerfallen wieder in „Symbole", einzelne Empfindungen oder Vorstellungen, und „Diagramme", welche eine ganze Reihe z. B. die Monate, Wochentage räumlich darstellen. Endlich fügt er diesen Hauptklassen als dritte die der Personifikationen hinzu, bei denen die optischen Farben- und Formenelemente durch Hinzunahme anderer Sinnesqualitäten zu konkreten Wesen ergänzt werden.

Als mögliche Erklärungsprinzipien dieser ganzen Klasse von Erscheinungen hebt Flournoy drei hervor: einmal die sogenannte Gefühlsassoziation oder Gefühlsanalogie, nach welcher zwei Vorstellungen durch die Ähnlichkeit ihres Gefühlstones verbunden sind, zweitens die gewohnheitsmäßige Assoziation, hervorgerufen z. B. für Photismen der Vokale durch die Farbe, welche dieselben in einem A-B-C-Buch haben, und endlich die privilegierte Assoziation, her-

1) 8. Bd. 1894. S. 128 ff.

Digitized by Google

vorgerufen durch gleichzeitige Eindrücke, die den Geist besonders in der Kindheit, vielleicht nur einmal, aber unter besonders günstigen Umständen trafen. Aus ihnen erklären sich, meint Flournoy, mit Recht die vielen Willkürlichkeiten der Synopsie. Das Zusammenwirken dieser Faktoren im einzelnen ist bei dem fast stets unbekannten Ursprunge der Erscheinungen nur sehr hypothetisch und unsicher zu ermitteln.

Laignel-Lavastine[1]) hat über farbiges Gehör eine interessante Beobachtung mitgeteilt, welche diese Erscheinung als Familien-Erbstück erscheinen läßt. Es handelt sich um eine durch drei Generationen hindurch beobachtete Familie aus 11 Mitgliedern bestehend, von denen 9 die genannte Erscheinung aufweisen.

Daß das farbige Gehör in der Familie so häufig auftrat, erklärt der Verf. teils durch geistige Ansteckung, teils durch Vererbung des visuellen Gedächtnisses- und Einbildungstypus. Er nimmt nämlich mit Grund an, daß die mit Gehörseindrücken verbundenen Photismen keine sinnlichen Wahrnehmungen, sondern nur lebhafte Vorstellungen sind. Die Personen, welche mit dem farbigen Gehör behaftet sind, haben einen ausgesprochenen visuellen Gedächtnistypus. Am schwierigsten ist die feste Assoziation der Farben mit den Gehörseindrücken zu erklären. Der Verf. meint, sie werde in der Kindheit erworben und durch Gewohnheit befestigt. Das erklärt wohl Manches, aber alles auf Ansteckung ursprünglich zurückführen zu wollen, bleibt immerhin bedenklich: warum sollte nicht auch eine Assoziation vererbt werden können, wenn die außerordentliche Entwickelung des visuellen Gedächtnisses vererbt wird?

Unter den Photismen sind die durch Vokale hervorgerufenen infolge ihrer Häufigkeit besonders interessant. Flournoy vergleicht die drei bisher über diese Erscheinungen vorhandenen Statistiken von Fechner, Bleuler-Lehmann und Claparède und findet bei einer Anordnung der Resultate nach der Helligkeit ziemlich übereinstimmend, daß i und, etwas weniger, e hell, a und o mittelhell, u (das französische) und ou, sowie im deutschen u dunkel sind. Inbezug auf die Farbe der Vokale ist die Gesetzmäßigkeit viel geringer. Zwischen den deutschen und französischen Erhebungen finden sich hier Differenzen, die nur sehr teilweise, wie z. B. die größere Häufigkeit von e gelb im Deutschen, durch die in den Farbennamen vorkommenden Vokale erklärlich sind. Mit Recht weist Flournoy darauf hin, daß der induzierende „Vokal" etwas sehr Komplexes ist, bei welchem außer dem akustischen und

1) Audition colorée familiale. Revue Neurol. 1901. p. 1152.

Digitized by Google

kinästhetischen Sprachelement sicher auch das visuelle und motorische Schriftbild mitwirken. Beweisend dafür ist unter anderem, daß u im Französischen viel häufiger induziert als ou, im Deutschen dagegen u viel häufiger als ü, wie ja überhaupt die einfachen Vokale stärkere induzierende Kraft besitzen, als die Diphthonge oder Umlaute.

Seltener als von Vokalen finden sich Photismen von Konsonanten, Worten, musikalischen Tönen, Gerüchen, Geschmäcken, Eigennamen, Tagen, Monaten, Zahlen 2c.

Die Schemata und die weit häufigeren Diagramme, welche Flournoy in zahlreichen Abbildungen wiedergibt, liefern einen interessanten Beitrag zu der Lehre von den Repräsentativvorstellungen für abstrakte Begriffe. Am häufigsten stellten diese Diagramme den Verlauf des Jahres, der Woche, des Monats, der Zahlenreihe oder des Alphabetes dar. Für den Zeitverlauf des Jahres 2c. werden oft geschlossene Kurven verwendet, während die Zahlenreihe natürlich fast nur durch offene Linien dargestellt wird. In ihren Einzelheiten sind die Diagramme höchst wechselnd. Daß auch bei ihnen das Gefühlselement eine Rolle spielt, zeigt die hervorragende Stellung, welche — sei es durch Größe, Helligkeit oder räumliche Sonderstellung — der Sonntag fast stets in den Diagrammen der Woche einnimmt.

In viel höherem Grade als die Photismen gewähren die Diagramme ihrem Besitzer Nutzen als Gedächtnishilfen.

Bei Photismen wie bei Diagrammen kann man verschiedene Stärkegrade unterscheiden. Flournoy hat niemals die Synopsie zur Stärke von Halluzinationen anwachsen sehen, wie Gruber in dem auf dem Londoner Psychologen-Kongreß vorgelegten Falle behauptet, über welchen Flournoy[1]) berichtet. Dagegen findet er öfter die Bilder räumlich bestimmt lokalisiert. Häufiger freilich sind die Fälle, in welchen nur gleichsam ein geistiges Bild, vision mentale, ohne Lokalisation im Raume vorhanden ist, oder wo gar nur an die Farbe oder das Diagramm „gedacht" wird, ohne daß sich ein deutliches Bild entwickelt. Endlich gibt es auch Fälle, in denen positive Photismen nicht bestehen, wohl aber ausgesagt wird, daß etwa ein Vokal sich mit einer bestimmten Farbe jedenfalls nicht verbindet. Flournoy nennt dies negative Photismen. Ebenso gibt es bei den Diagrammen alle Übergänge von den mehr oder minder zwangsmäßig auftretenden Erscheinungen, welche den eigentlichen Gegenstand des Buches von Flournoy bilden, zu den freiwillig entworfenen Schematen, welche sich wohl jeder

1) S. 249 ff.

Digitized by Google

mit visuellem Gedächtnis begabte Mensch zur Verdeutlichung und Festhaltung abstrakterer Verhältnisse entwirft.

Die Phänomene der Synopsie reichen am häufigsten bis in die frühe Kindheit zurück, zuweilen jedoch entwickeln sie sich erst später bei bestimmten Gelegenheiten, z. B. dem Lesen des Fragebogens.

Erblichkeit scheint von großem Einfluß auf das Entstehen, von geringem auf die Einzelheiten der Erscheinung zu sein. In Übereinstimmung mit Bleuler und Lehmann hält Flournoy die Erscheinung der Synopsie nicht für pathologisch, was auch schon ihre große Verbreitung beweist.[1])

Über die Verbreitung der Doppelempfindung hat Mary Whiton Calkins[2]) folgende Beobachtungen gemacht, worüber a. a. O. von Cohn folgendes mitgeteilt wird:

Nach einer an sämtlichen Mitgliedern des Wellesley-Kollege vorgenommenen statistischen Erhebungen besaßen unter 525 befragten Personen 35 = 6,66 % Farbenhören, 65 = 12,38 % Formenhören (d. h. Schemata im Sinne Flournoys) und 18 = 3,42 % beides zugleich. Bei einer späteren, an 203 neu eingetretenen Mitgliedern angestellten Befragung beliefen sich die entsprechenden Zahlen auf 15,7 %, bezw. 30,2 und 8,4 %.

Unter den sonst noch wiedergegebenen statistischen Mitteilungen verdient hervorgehoben zu werden, daß die Farben der Konsonanten hier im Vergleich zu der Gesamtzahl der Fälle eine viel größere Rolle spielen als bei Flournoy, und daß i in 11 unter 22 Fällen schwarz, o in 11 unter 22 Fällen weiß erscheint, was den Resultaten der bisherigen Aufnahmen, wie sie Flournoy zusammenstellt, widerspricht. Doch ist die Zahl der Fälle zu gering, um auch nur gegen die eine Statistik Claparèdes, welche für i 186, für o 178 Fälle umfaßt, ins Gewicht zu fallen.[3])

In Bezug auf die Entstehung der Erscheinungen ist der im Original abgebildete Fall eines Diagramms für die Zahlenreihe (number-form) interessant, da hier die deutlich sichtbare Beziehung zum Zifferblatt von dem damit Behafteten bestätigt wird.

Bisher wurden folgende Arten von Doppelempfindungen beobachtet: 1. Farben- und Formvorstellungen bei Schallempfindungen; 2. Schallvorstellungen bei Lichtwahrnehmungen; 3. Farbenvorstellungen bei Geschmacksempfindungen; 4. Farben- und Formvorstellungen bei

1) Flournoy, Synopsie. S. 245 ff.

2) A statistical study of pseudo-chromesthesia and of mental forms. Amer. Journ. of Psych. 5. V. 1893. p. 439–464.

3) S. 67.

Digitized by Google

Schmerz-, Temperatur- und Lichtempfindungen; 5. Farben- und Lichtvorstellungen beim Sehen von Formen.

Mit besonderer Bezugnahme auf einen von R. Hilbert mitgeteilten Fall, wo ein Herr seit frühester Jugend jedesmal beim Schlagen der Wanduhr, wenn er ihn gerade während des Einschlafens hörte, ein schön rosagefärbtes Flammenbüschel aufsteigen sah, gibt R. Greef folgende darwinistische Erklärung von der Doppelempfindung: „Der Fall scheint eine gute Stütze für die Erklärung der Doppelempfindungen nach der atavistischen Theorie im Darwin'schen Sinne zu sein. Das Auftreten gerade im Halbschlaf läßt schließen, daß, während diese Empfindungen sonst infolge der Aufmerksamkeit des Individuums unterdrückt werden, bei Ausschaltung des Bewußtseins die ehemalige anatomische und physiologische Einheit von Gesichts- und Gehörszentrum sich in der Weise dokumentiert, daß ein Reiz zwei Empfindungen auslöst.“ [1])

Dieser Rückschlag des Menschen auf die niedrigsten Tiere ist doch eine starke Leistung, ein wahrer salto mortale! Das Folgende wird uns eine viel natürlichere Erklärung bieten.

R. Hennig [2]) unterscheidet physiologische und psychologische Synopsien; erstere sind durch physiologische Prozesse bedingt und stellen die Erscheinungen dar, welche Bleuler und Lehmann in der Schrift „Zwangsmäßige Lichtempfindungen durch Schall“ (1881) behandelt haben. Die psychologischen sind durch eine enge und untrennbare Verknüpfung einer Farbenvorstellung mit einem nichtvisuellen Begriff bedingt.

Die physiologischen oder chromatischen Synopsien beruhen darauf, daß der Sehnerv bei gewissen Schalleindrücken mit erregt wird. „So wird der Kitzel in der Nase beim Blick in die Sonne, der Zahnschmerz oder das Fröstеln beim Anhören gewisser Töne durch Übergang eines Reizes vom Optikus- resp. Akustikuszentrum auf das Zentrum des Trigeminus erklärt.“ [3])

Die Statistik der chromatischen Synopsien hat bereits eine in der Analogie der Sinneswahrnehmungen begründete Gesetzmäßigkeit feststellen können. Mit den „dumpfen“ Vokalen verbinden sich die dunkelsten Farben, mit den „hellen“ Vokalen die hellsten Farben: „Je zahlreichere und lautere Obertöne ein akustischer Reiz enthält, um so intensiver und heller ist zumeist die begleitende Farbenempfindung.“

1) Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. 1896. S. 122.

2) Entstehung und Bedeutung der Synopsien. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1896. 10. Bd. S. 183.

3) Bleuler u. Lehmann. S. 58.

Digitized by Google

Schmetternde, schrillende Töne, das Pfeifen einer Lokomotive, das Krähen des Hahnes, der Schall der Trompete, der Pikkoloflöte rufen lebhafte rote und gelbe Photismen hervor; dagegen der sanfte Ton der Flöte das beruhigende Blau. Orgel und Fagot werden mit Schwarz und Grau verbunden gehört. Manche Tonarten sind mit so bestimmten Farbenempfindungen verbunden, daß erstere aus letzteren, wenn diese lediglich ins Bewußtsein treten, erkannt werden können.

Die Synopsien sind eine so allgemeine normale Erscheinung, daß Bleuler und Lehmann der Meinung sind, sie seien der Anlage nach bei allen Menschen vorhanden, würden aber meistens durch die übrigen Eindrücke des Lebens verwischt bezw. nicht bewußt.

Die psychologischen Synopsien beruhen auf Assoziation, die nach Flournoy entweder durch das Gefühl, oder durch Gewöhnung, oder auch durch ein einmaliges Zusammentreffen sich gebildet haben können. Die Gefühlsassoziation, wie wenn dumpfe Töne düstere Farben erwecken, würde übrigens nach der Einteilung Hennigs zu den physiologischen Synopsien zählen. Als Beispiel einer „habituellen" Assoziation kann eine von Flournoy befragte Dame dienen, welche den Klang des Klaviers weiß und schwarz empfand, den der Violine holzbraun, der gelben Blechinstrumente gelb. Aus diesem Grunde werden auch häufig Vokale in der Farbe gesehen, welche in ihrer Benennung vorkommen: a als schwarz, o rot, e gelb.

Ein Herr bei Bleuler-Lehmann[1]) sah den Sonntag blau, den Mittwoch weiß, ersteres, weil er als Knabe Sonntags blau gekleidet war, letzteres, weil er an einem weißen Haus vorbeifuhr und in demselben Augenblicke die Mutter den Mittwoch nannte. Anfangs wurde das ganze Haus mit einer Schelle beim Namen Mittwoch reproduziert, später bloß die äußere Farbe. Letzteres Beispiel beweist deutlich, daß durch eine einmalige Assoziation eine Synopsie sich bilden kann; diese Veranlassung wird freilich in den meisten Fällen nicht in der Erinnerung bleiben. Hat sich auf diese Weise zufällig eine Synopsie gebildet, so kann dieselbe weiter übertragen werden. Ein jüngerer Bruder von Hennig sieht die Zahl 7 grün, darum auch alle Vielfachen von 7, nämlich 14, 21, 28 grünlich gefärbt; desgleichen auch den September, die Septime.

Ausführlicher handelt Hennig und zwar auf Grund eigener Beobachtungen, zumal an sich selbst, von den geometrischen Synopsien, speziell den Diagrammen. Manche Personen sehen, wenn sie an eine Zahl denken, eine Stelle oder Figur im Gesichtsfelde, in welcher

1) N. 58.

Digitized by Google

die Zahl eine ganz bestimmte Stellung einnimmt. Diese Figur kann eine Linie, eine Reihe von Zahlen darstellen und wohl auch eine besondere Farbe oder Beleuchtung zeigen. Wie für Zahlen gibt es auch für Buchstaben, Wochentage, Monate, Stunden, Jahreszahlen Diagramme.

Diese Erscheinung beruht wohl auf der psychologischen Notwendigkeit, abstrakte Begriffe sich zu veranschaulichen und wo möglich zu lokalisieren. Wenn von einem Dinge gesprochen wird, stellt sich uns dasselbe sofort in seinen konkreten Umrissen dar. Solche Veranschaulichungen werden vielfach durch individuelle Erlebnisse bewirkt. Man stellt sich z. B. den Passus einer Rede an der Stelle des Skriptums vor, wo man ihn gelesen hat. Hennig weist diesen zufälligen Ursprung von Diagrammen unwiderleglich aus eigener und anderer Erfahrung nach. Er sieht das lateinische Alphabet immer in 4 Kolumnen in Majuskelschrift in verschiedener Beleuchtung der einzelnen Kolumnen. Er erinnert sich aber genau, daß er in einem Musterbuch so das Alphabet gesehen und gelernt habe. Die Zahlen von 1 bis 100 sieht er in einer gebrochenen bei 70 stark geknickten und zurückgebogenen Linie mit wechselnder Helligkeit. Er weist nun schlagend nach, daß dieses Diagramm sowohl was die Form als die wechselnde Helligkeit anlangt, sich durch die Hausnummern der Potsdamer Straße in Berlin, wo er als Knabe häufig spazieren ging, bei ihm gebildet hat. In gleicher Weise bespricht er seine Monats-, Tagesstunden- und Wochentagsdiagramme, welche vom ersten nicht unabhängig sind

Aus diesen Beispielen ergibt sich, daß die Synopsien für mnemotechnische Zwecke, ja für die gesamte Geistesentwickelung von Bedeutung sein können. Ein Verwandter von Hennig besitzt ein ganz erstaunliches Gedächtnis für Zahlen, besonders von Schlachten, auch den unbedeutendsten, aber auch von den Geburtstagen berühmter Männer, von den Regierungsjahren der Fürsten usw. „Den Grund für dieses Zahlengedächtnis sucht mein Gewährsmann einzig und allein in der Form seiner Diagramme (er besitzt solche für Zahlen, Monate, Wochentagen, Tagesstunden und Buchstaben). In betreff anderer Gegenstände, für welche die Diagramme ihm fehlen, ist sein Gedächtnis ein ganz gewöhnliches. Seine ganze Geistesentwicklung und Berufstätigkeit ist durch diese ‚Begabung' bestimmt worden."

Zwei Fälle von audition colorée neuesten Datums, welche von Prof. Grafé in der Revue de Médecine[1]) mitgeteilt werden, bestätigen unsere Erklärung.

---

1) Direct. Landouzy et Lépine. Paris, Alcan. 1897.

Digitized by Google

Frl. St. hatte bei dem Klange des Vokals a die Vorstellung von schwarz, bei i die von rot; mit den übrigen Vokalen und Konsonanten verband sich keine Farbenvorstellung: „Der Vokal a weckt das Bild von schwarz, der Vokal i das Bild von rot. Ich sage: Bild und nicht Idee; denn es handelt sich nicht um mehr oder weniger abstrakte Begriffe, wie sie durch Gewohnheit sich mit den Worten einer bekannten Sprache verbinden. Frl. St. unterscheidet sehr gut: Die Wahrnehmung der Konsonanten und der Vokale e, o, u weckt, wenn sie reflektiert, nur die allgemeine Idee der Klänge oder der Buchstaben; bei dem Hören der Vokale a und i kommt zu dieser Idee das genannte Bild. Diese Bilder haben nichts von Halluzination an sich, sie werden nicht in das Gesichtsfeld projiziert, selbst wenn sie ihre Blicke über eine weiße Fläche schweifen läßt. . . . Der Klang der Stimme, welche die Vokale ausspricht, hat einen gewissen Einfluß auf die Beschaffenheit der Farbe, besonders auf das Rot. Ist es eine Mannesstimme, so wird das Rot dunkler und nähert sich dem Schwarz: eine weibliche Stimme läßt es heller erscheinen. Bemerkt muß werden, daß die zwei genannten Vokale laut und deutlich ausgesprochen werden müssen entweder von anderen Personen oder von Frl. St. selbst; denkt sie bloß daran, so entstehen keine Farben oder doch nur schwach. . . . Wenn sie diese Buchstaben flüchtig liest oder ihnen in einem Satz begegnet, entsteht keine Farbenwahrnehmung.“ [1])

Weiter berichtet Grafé von einem Studenten der Medizin, 24½ Jahr alt, von sehr zarter Konstitution, der selbst Beobachtungen über die Erscheinungen an sich angestellt hat, wozu er nach seinem Berufe gut befähigt erschien.

„Die Konsonanten, mögen sie von ihm gesprochen oder von ihm gelesen werden, wecken in ihm nur die gewöhnlichen Vorstellungen. Dagegen erscheinen ihm die Vokale in eigentümlichen Farbennuancen. Er sieht oder vielmehr er hat ein Bild von unbestimmten Umrissen, wenn er diese Töne wahrnimmt; dasselbe ist karminrot bei a, gelblichweiß bei e, schwarz bei i, sehr hell bei o und braun bei u. Wenn er einzeln einen dieser Vokale aussprechen hört, nimmt er sofort die entsprechende Farbe wahr. Desgleichen wenn er sie in einer Verbindung, geschrieben oder gesprochen wahrnimmt, ja selbst wenn er daran denkt. In allen diesen Fällen zeigt sich das Phänomen ganz spontan, ohne Anstrengung und Überlegung. Das erscheint ihm alles ganz natürlich. Infolgedessen erscheint ihm eine Sprache, welche viele a

1) 17. Vol. Nr. 3. Mars 1897. p. 192 ff.

Digitized by Google

und u enthält, wie das Spanische und Italienische, sehr gefärbt; er würde sie gern erlernen, wenn er Zeit hätte." [1])

Diese beiden Fälle bieten an und für sich nicht viel Neues; sie gehören vielmehr zu den allerelementarsten wenig entwickelten Doppelempfindungen. Sie sprechen aber für die Richtigkeit unserer Erklärung von den Synopsien überhaupt und den Musikphantomen insbesondere. Sie beweisen, insofern nicht rein zufällige Assoziationen wirksam sind, die wichtige Rolle, welche dem Gefühlsleben bei dem Zustandekommen einer Assoziation zufällt, und ebenso den Einfluß der Analogie der Sinneswahrnehmungen. Was uns als Wohlklang an der klangreichen italienischen und spanischen Sprache gefällt, entzückte den Studenten der Medizin als wohlgefälliger Farbenreichtum. Der Klang der dumpfen männlichen Stimme erweckte eine dunklere Farbenqualität, die hellere zartere weibliche Stimme die Vision eines helleren Rot. Die Analogie zwischen den Farbenqualitäten ist hier so groß, daß die Sprache sie sogar mit demselbe Worte bezeichnet. Vergleiche über diese Analogie des Verfassers Psychologie.[2]) Die Analogie zwischen Klängen und anderen Sinneswahrnehmungen hat, wie dort gezeigt wird, eine wichtige Rolle bei der Bildung der Sprache gespielt und spielt sie bis auf den heutigen Tag in der Ausdrucksweise nicht bloß der Poesie, sondern auch des alltäglichen Verkehrs. Dort zeigen wir auch, daß die Analogie der Sinnesqualitäten vorzüglich in der Gleichartigkeit des Gefühlstones derselben besteht, so daß also endgültig das Gefühl hauptsächlich die Vermittelung zwischen bestimmten Klängen und entsprechenden Gesichtswahrnehmungen übernimmt. Da aber gerade in der Musik die Gefühle in erster Linie zur Darstellung kommen, so begreift sich, daß Musikphantome mit stärkerer Intensität auftreten als die Farbenvision beim Anhören elementarer Klänge, wie sie sich beim farbigen Gehör einstellt.

Einen nicht zu übersehenden Beitrag zur Erklärung des farbigen Gehörs dürfte wohl die Art und Weise geben, wie erblindete Personen später ihre Surrogate für die Farbenempfindung in Anschluß an die Klänge bilden.

Anna Pötsch, seit dem 3. Lebensjahre erblindet, gibt gestützt auf eigene und fremde Erfahrung folgende Darstellung von ihren (Surrogat-) Farbenvorstellungen.

1. „Der Späterblindete knüpft mit seinen Farbenvorstellungen an die Wirklichkeit an, er reproduziert die Farben als Erinne-

1) 18. V. Nr. 3. 10. Mars 1898. p. 225 ff.

2) 3. Auflage. S. 135 und S. 228. 4. Aufl. S. 147 u. S. 249.

Digitized by Google

rungsbilder und bewahrt besonders treu die ihnen parallel gehenden Gefühle der Lust und Unlust. Weil dieselben ähnlich auch durch andere Bewußtseinsinhalte in ihm erzeugt werden, fühlt er sich unwillkürlich veranlaßt, diesen Bewußtseinsinhalten ebenfalls die jenen Gefühlen analogen Farben beizulegen (abstrakte Farbenvorstellung). . . . 2. Der Früherblindete oder Blindgeborene besitzt keine bewußten Farbenerinnerungen. . . . Er schafft sich Farbensurrogate im Anschluß an die Symbolik der Sprache, an die Beschreibung Sehender und an individuelle Erlebnisse. 3. Die Farbenvorstellungen der Blindenwelt beruhen demnach auf Assoziation, teils auf direkten oder zeitlichen und räumlichen, teils auf indirekten oder Gefühlsassoziationen. 4. An diesen Assoziationen beteiligen sich die gesunden Sinne der Blinden in verschiedenem Grade, am stärksten tritt der Gehörsinn hervor. . . . An zweiter Stelle folgt der Tastsinn (Druckempfindungen)." Auch an Geruch und selbst an Geschmack assoziiert sich bisweilen eine Farbenvorstellung.

Speziell berichtet die Verf. von sich: „So charakterisiert sich mir z. B. die Farbe Weiß in kalten, abweisenden, vorzugsweise in der Klangfarbe frostiger Menschenstimmen anzutreffenden Tönen, zugleich bin ich geneigt, überall da weiße oder zum mindesten lichte Färbung zu vermuten, wo sich mir kalte oder glatte Tastempfindungen aufzwingen: also besonders bei Kattun-, Leinenstoffen und gewissen Papierarten. Ebenso verbinde ich mit Gelb eine unangenehm grelle Gehörs-, als auch eine ebensolche Tastempfindung. . . . Weil einem gewissen Blau mehrmals eine gewisse weiche Tastempfindung entsprach — zum erstenmale entsinne ich mich dessen bei einem Puppenkleide — ist sie mir zum Typus dieser Farbe geworden." [1])

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 18. Bd. S. 47 ff.

Digitized by Google

Dreizehntes Kapitel.

Der Geruchssinn.

Am eingehendsten hat sich Zwaardemacker experimentell mit dem Geruchssinn beschäftigt. Um ein Maß für die Intensität der Gerüche zu gewinnen, konstruierte er einen Olfaktometer, der aus einem Hohlzylinder besteht. Derselbe ist entweder selbst aus einem Riechstoff hergestellt, oder es ist ein poröser Tonzylinder, der mit dem Riechstoff getränkt wird. Ein Glasrohr wird mit dem einen Ende in den Zylinder, mit dem andern umgebogenen Schenkel in die Nase gesteckt.

Je nachdem das Rohr tiefer oder weniger tief in den Zylinder eingeführt wird, wird die riechende Fläche, über welche die der Nase zugeführte Luft streicht, kleiner oder größer.

Klassifizierung der Gerüche.

Besondere Schwierigkeit bildet die Einteilung der unzählich verschiedenen Gerüche. Zwaardemacker hat sie auf 9 Arten zurückgeführt

1. Ätherische Gerüche (Äpfel, Ananas, Wein).
2. Aromatische Gerüche (Kampfer, Pfeffer, Anis).
3. Balsamische Gerüche (Jasmin, Veilchen, Tee, Vanille).
4. Ambra-Moschusgerüche (Ambra, Moschus).
5. Lauchartige Gerüche (Lauch, Zwiebeln, Fisch, Brom).
6. Brenzliche Gerüche (gebr. Kaffee, Tabaksrauch, Naphtalin).
7. Bocksgerüche (Schweiß, Katzenharn).
8. Widerliche Gerüche (Narkotischer Geruch, Wanzen).
9. Ekelhafte Gerüche (Aas-, Fäkalgeruch).

Kerner von Marilaun gibt eine etwas andere Einteilung, die hauptsächlich auf die Gerüche des Pflanzenreiches Anwendung findet.

Digitized by Google

Er unterscheidet fünf Gruppen: indoloide, aminoide, paraffinoide, benzoloide und terpinoide Düfte.[1])

Erstere kommen von Stoffen, die einen oder mehrere Benzolkerne enthalten und bei deren Zersetzung eiweißartige Verbindungen entstehen, wie Lecin, Tyrosin, Skatol, Indol: Aroideen, Aristolochien.

Die zweite Gruppe der Düfte entströmt Stoffen, welche Amine enthalten: Weißdorn, Birnbaum, Hartriegel, Schneeballen, Vogelbeeren.

Die benzoloiden Gerüchte haften an den aromatischen Substanzen: Nelken, Hyazinthen, Veilchen, Reseda, Flieder, Maiglöckchen.

Die paraffinoiden Gerüche haften an den sogen. Paraffinen: Baldrian, Rose, Linde.

Die terponoiden Gerüche haften an den sauerstofffreien ätherischen Ölen, den Terponen: Orange, Zitrone, Lawendel.

Freilich müssen in diesen großen Gruppen wieder spezifische Gerüche unterschieden werden, so bei den benzoiden Gerüchen: „Nelkenduft, Hyazinthenduft, Spierstaudenduft, Waldmeisterduft, Vanillenduft, Fliederduft, Maiglöckchenduft, Resedenduft, Jasminduft, Aurikelduft, Geisblattduft, Akazienduft, Veilchenduft . . ."[2])

Die verschiedenen Gerüche sind wohl an verschiedene Geruchsnerven bezw. Endigungen derselben gebunden, wie auch die verschiedenen Farben, Töne, Geschmäcke spezifische Nervenwendungen verlangen, so daß also die spezifische Energie der Sinne hier selbst innerhalb desselben Sinnesorgans zum Ausdruck kommt. Dieselben Gründe, welche für eine solche Verteilung bei jenen Sinnen sprechen, gelten auch beim Geruch.

Der Geruchssinn wird nämlich durch anhaltendes Riechen eines Duftes für diese und eine Reihe anderer ermüdet, dafür aber um so tüchtiger für andere Gerüche.[3]) Die partiale Farbenblindheit, welche verschiedene Elemente der Netzhaut für die verschiedenen Farben verlangt, hat ihre Analogie darin, daß manche Menschen für bestimmte Einzelgerüche unempfindlich sind, oder einen Geruch mit dem andern verwechseln. So bezeugt Joh. Müller von sich, daß ihm Reseda krautartig roch. Einem ganz gesunden Arzt rochen Veilchen wie Phosphor.[4]) Abnormer Phosphorgeruch kommt auch in pathologischen Zuständen vor, er wird normal vom elektrischen Strom erzeugt.

1) Pflanzenleben 2. Bd. S. 179.
2) A. a. O. S. 181.
3) Breitenstein, Repetitorium der Physiol. S. 113.
4) Heck, Riech- und Geruchsorgan. 1883. S. 320.

Digitized by Google

Diese spezifische Wirksamkeit der Geruchsnerven hat man zu einer Verschiedenheit von Sinnen zu stempeln versucht.

Der schwedische Physiolog Hjàlmar Oehrwald[1]) geht allen Ernstes daran, sowohl die Geschmacksempfindungen Süß, Sauer, Salzig, Bitter vier verschiedenen Einzelsinnen zuzuweisen, und er meint, es ließen sich vielleicht noch mehr auffinden, als auch besonders den Geruch in eine Unzahl von Sinnen zu zerteilen.

„Den Geruchssinn betreffend, ist es schwer zu sagen, was für ein Resultat eine eingehendere Untersuchung ergeben würde. Die Anzahl der verschiedenen Geruchsarten scheint fast unendlich groß zu sein; dieser im Rückgange begriffene Sinn ist trotzdem der reichste von allen; vielleicht aber würde die Menge der verschiedenen Geruchsempfindungen weniger unübersichtlich erscheinen, wenn sie sich in eine oder mehrere ‚Spektren' ordnen ließen." Wie man sieht, ist darnach die Anzahl der Sinne eine fast unbegrenzte, und meint ihr Erfinder: „Es ist gewiß, daß die Anzahl immer noch wachsen wird." Wenn den Leser bei solcher chaotischer Vervielfältigung der Sinne ein gewisses banges Gefühl beschleicht, so beruhigt ihn Oehrwald: „daß eine vermehrte Differenzierung während der Entwicklung der Wissenschaft stattfindet, ist eine normale Erscheinung und ist immer als vorteilhaft betrachtet worden".

Wie kommt unser Physiologe zu dieser neuen Klassifikation? Es kommt bei Einteilungen vor allem auf den Einteilungsgrund an. Die bisherige Einteilung stützte sich auf die Verschiedenheit der Sinnesorgane: Auge, Ohr, Nase, Zunge und Haut. Damit laufen auch die Verschiedenheit bezw. Übereinstimmung der „adäquaten" d. h. spezifischen Reize, und die Beschaffenheit der Empfindungen selbst parallel. Das Bewußtsein sagt uns unmittelbar, daß die Farben zusammengehören, die Töne alle von einer qualitativen Beschaffenheit sind, ebenso die Gerüche, Geschmäcke, alle diese Qualitäten aber ganz unvergleichbar unter einander sind.

Dies letztere trifft nun freilich auch zu, wenn man Temperaturempfindungen unter sich und mit Druck-, Schmerzempfindungen vergleicht; und deshalb dürfte im niedersten Sinne allerdings eine Scheidung berechtigt sein, zumal die Einheit des Organs auch nur für die oberflächliche Beobachtung Geltung hat: die anatomisch-physiologische Beobachtung hat verschiedene Punkte der Haut für Wärme-, Kälte- und Schmerzempfindungen nachgewiesen. Dagegen verwirft

1) Die Modalitäts- und Qualitätsbegriffe in der Sinnesphysiologie und deren Bedeutung. Skandinav. Archiv f. Phys. 1901.

Digitized by Google

Oehrwald sowohl die makroskopisch- wie die mikroskopisch-anatomischen Verhältnisse als maßgebend. Auch die adäquaten Reize spezifizierten nicht, da verschiedene Sinne von demselbem physikalischen oder chemischen Vorgange gereizt werden können. Vielmehr: „Ob ein gewisses Organ ein Sinnesorgan ist, oder nicht, hängt davon ab, ob es Empfindungen erzeugt; und ob es zu dem einen oder anderen Sinne gehört, kommt auf die Beschaffenheit dieser Empfindungen an."

Damit könnte man einverstanden sein, schon weniger, wenn der Verfasser diese Beschaffenheit genauer erklärt: „Die Qualität ist das Eigentümliche, wodurch eine Farbe sich von einem Tone oder Geschmack unterscheidet, oder eine Farbe von einer anderen, ein Ton von einem anderen usw." Denn es ist klar, daß sich eine Farbe von einem Tone, einem Geschmacke weit mehr unterscheidet, als zwei Farben unter sich. Konsequent müßte Oehrwald auch für die verschiedenen Farben verschiedene Sinne annehmen. Genauer bestimmt er darum mit Helmholtz die Einheit der Sinnesgebiete durch die Unterscheidung zwischen Qualitätskreisen und Modalitätsdifferenzen. Nur diejenigen Empfindungen gehören zu einem Sinne, welche eine stetige Reihe wie die Ton- und Farbenreihe bilden. Wo dies nicht der Fall ist, hat man nicht lediglich qualitativ verschiedene Empfindungen eines Sinnes, sondern verschiedene Modalitäten, d. h. einzelne Sinne.

Dagegen bemerkt mit Recht Kiesow, der Kontrasterscheinungen und Übergänge zwischen den vier Geschmäcken nachgewiesen hat, „die einzelnen Geschmäcke, wie die Temperatur- und Geruchsempfindungen als von einander getrennte Einzelsinne aufzufassen widerstreitet nach meiner Auffassung der unmittelbaren Erfahrung." [1])

Mischgerüche.

W. A. Nagel handelt „Über Mischgerüche und die Komponentengliederung des Geruchssinnes." [2])

„Es gibt Anhaltspunkte für die Annahme, daß das Riechorgan in seinen einzelnen perzipierenden Elementen an bestimmte Geruchsreize spezifisch angepaßt sei. Von einer Kenntnis der tatsächlichen Elementargeruchsempfindungen freilich und überhaupt von einer genaueren Einsicht in das Wesen der Komponentengliederung des Geruchssinnes ist bis jetzt noch nicht zu reden."

Für die Gliederung des Geruchssinnes (Zwaardemaker nimmt sogar eine Lokalisation der verschiedenen Riechpartieen an)

1) Das Verhältnis der Geschmacksempfindung zu einander. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1902. 27. Bd. S. 406 ff.

2) Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. 15. Bd. S. 82.

Digitized by Google

spricht der von Aronsohn künstlich erzeugte partielle Geruchssinndefekt durch partielle Ermüdung des Riechorgans. Es zeigt übrigens auch schon die gewöhnliche Erfahrung, daß, wenn der Geruch für eine Qualität, etwa Rosenduft, abgestumpft ist, für eine andere Blume derselbe noch bestehen bleibt.

Wie auf dem Gebiete des Gesichtssinnes aus wenigen elementaren Farben Mischfarben entstehen von ganz neuer Qualität, so auch beim Geruchssinn. Freilich hält der neue Mischgeruch meist nicht lange an, sondern es tritt einer der Komponenten hervor, oder es entsteht ein „Wettstreit" der Qualitäten wie beim Gesichtssinn. Je mehr Gerüche gemischt werden, desto dauerhafter ist der Geruch: darum bestehen die Parfume meist aus vielen Komponenten, von denen manche selbst schon Mischgerüche sind.

Die Ergebnisse der Versuche des Verf.'s sind: „1. Es können sich je zwei beliebige Gerüche zu einem Mischgeruch vereinigen, der mindestens für einen Augenblick den Eindruck eines einfachen Geruches von neuer Qualität macht. 2. Ob ein dauernder oder nur vorübergehender Mischgeruch auftritt, hängt vor allem davon ab, ob die Ermüdbarkeit des Riechorgans für alle Komponenten annähernd gleich groß ist oder nicht. 3. Bei Mischung von mehr als zwei Komponenten sind die Bedingungen für Entstehung eines dauerhaften und prägnanten Mischgeruches günstiger als bei Mischung von nur zwei Gerüchen. 4. Der Mischgeruch hat mit jedem der in ihn eingehenden, der Qualität nach, Ähnlichkeit, ohne ihr doch gleich zu sein. 5. Ein Mischgeruch, von dem der Beobachter von vornherein nicht weiß, ob er ein einfacher oder ein Mischgeruch ist, wird durch das Geruchsorgan nur dann leicht als Mischgeruch erkannt, wenn mindestens einer der Komponenten dem Beobachter von früherher dem Geruche nach wohlbekannt ist . . ."

Daraus kann man schließen, daß sehr viele scheinbar einfache Gerüche zusammengesetzt sind. Ob übrigens die Mischung so innig ist, wie bei den Farben, oder einigermaßen unterscheidbar wie bei einem Akkord, vermag Verf. nicht zu entscheiden. Der Intensität nach ist der Mischgeruch nicht stärker, als die einzelnen Gerüche, sondern manchmal schwächer; vielleicht findet auch völliges Auslöschen durch Kompensation statt, wie sie Zwaardemaker beobachtet haben will.

Empfindlichkeit des Geruchssinnes.

Erstaunlich ist die Feinheit des Geruchsinnes auch beim Menschen, der darin doch vielen Tieren weit nachsteht.

Schon vor längerer Zeit hatte Valentin experimentell ge-

Digitized by Google

funden, daß die kleinste Menge Brom, welche durch den Geruch wahrgenommen werden könne, $^1/_{600}$ Milligramm sei; ebenso fand er für Schwefelwasserstoff und Rosenöl bezüglich die Zahlen $^1/_{5000}$ mgr und $^1/_{20000}$ mgr.

Neuerdings nun haben E. Fischer und F. Penzoldt mit stärker riechenden Stoffen ähnliche Versuche angestellt. Der Versuchsraum hatte einen Inhalt von 230 cbm; die Luft desselben wurde nach Entwicklung der Dämpfe und vor dem Eintritt des Beobachters lebhaft durcheinanderbewegt, um eine gleichmäßige Mischung zu erzielen. Bei Verdampfung von 2 mgr Merkaptan war der Geruch sehr deutlich; F. Penzoldt konnte den Geruch auch noch wahrnehmen, als nur 0,01 mgr im selben Raume entwickelt war. Im ersten Falle enthielt 1 cbm Luft $\frac{1}{115.10^6}$ mgr, im zweiten gar nur $\frac{1}{23.10^9}$ mgr Merkaptan. Chlorphenal war eben noch wahrnehmbar bei einer Menge von $\frac{1}{23.10^7}$ mgr in 1 cbm Luft.

Nach den neuesten Untersuchungen wird noch $^1/_{100}$ des Billionstels eines Grammes Jodoforms in einem Kubikmeter Luft gerochen. Erst in 100 Jahren würde ein Gramm durch Verdunstung ein Milligramm verlieren. Moschus würde noch beinahe 10000 Mal weniger verlieren. Diese Grenze ist von derselben Ordnung wie die der Emanationen nach der spektroskopischen Methode.[1])

Auffallend groß dagegen ist

Die Reaktionszeit für den Geruch.

W. Moldenhauer stellte mit dem Apparat Wundt's Versuche an Kraepelin, Frenkel, Trautschold an. Als Versuchsstoffe wurden verwandt Oleum menthae piperitae, Ol. Bergamottae, Ol. Pini, Ol. Rosarum, Moschus, Aether aceticus und Camphora auf Watte geträufelt.

Die Mittel für die drei Versuchspersonen waren bei

	Kr.	Tr.	Fr.
Ol. Menthae	2,47	2,03	3,62
„ Berg.	2,68	2,12	3,74
„ Ros.	2,91	1,99	3,30
Camph.	2,46	2,26	4,92
Moschus	3,19	—	—
Ol. Pini	2,67	—	—
Aether ac.	2,55	—	—

1) Berthelot Comptes rendues 138. 21. 1904. Vergl. Archiv für die gesamte Psychologie. 1905. 5. Bd. S. 134.

Digitized by Google

d. h. der Eindruck, den beispielsweise Rosenöl auf das Geruchsorgan von Tr. macht, braucht 1,99 Sek., um bewußt gerochen zu werden.

Die Zahlen sind durchschnittlich größer als für andere Sinnesgebiete; bei Kr. z. B. beträgt die Reaktionszeit auf Schallreize 0,183, bei Tr. 0,142.[1])

Die individuellen Schwankungen sind hier gleichfalls stärker wie auf anderen Sinnesgebieten.

Etwas günstiger waren die Resultate der Experimente von H. Vaschide. Er fand durch Messungen der Reaktionszeit des Geruchssinnes auf Kampher: 1. daß weibliche Personen langsamer reagieren als Männer; 2. daß frühere Autoren die Zeit zu lange angaben; 3. daß durch Übung und Anspannung der Aufmerksamkeit die Reaktionszeit etwas verkürzt wird, daß aber bald ein konstantes Verhältnis eintritt; 4. daß Ermüdung die Zeit sehr verlängert; 5. daß die Länge der Reaktionszeit der Intensität der Reize umgekehrt proportional geht.[2])

Abnormer Geruch.

Über Geruchlosigkeit hat H. Zwaardemaker eine Abhandlung[3]) veröffentlicht, in der er zwischen subjektiver (des Organs) und objektiver (des Stoffes) Geruchlosigkeit unterscheidet. Letztere kommt 1. daher, daß die Stoffe nicht flüchtig sind, was freilich nur bei wenigen, etwa Platin, Glas der Fall ist, 2. daß sie nur eine geringe Löslichkeit in flüssiger, gasförmiger Luft haben, welch letzteres H. Erdmann als Charakteristikum der Riechstoffe bezeichnet. Es gibt aber Stoffe, welche flüchtig und chemisch den Riechstoffen zugehören, doch subjektiv nicht gerochen werden.

Dies erklärt Zwaardemaker so: Die Riechzellen besitzen in ihren Härchen eine starke Vergrößerung ihrer freien Fläche und stehen so in ausgedehnter Berührung mit der Luft. Wenn nun die Riechstoffe aus der Luft, in der sie gasförmig gelöst sind, in die Substanz der Riechhärchen, dem letzten Lösungsmittel, welches unmittelbar die Empfindungen ermöglicht, übergehen sollen, so muß der Verteilungskoef-

1) Buccola und Bordini-Uffroduzzi haben auch für verschiedene Farben verschiedene Reaktionszeit gefunden; die kürzeste für Grün, die längste für Violett: 0,161"; für Blau 0,156", für Rot 0,153."

2) La mesure du temps de réaction simple des sensations olfactives. Arch. de Villejuif 1902. Zeitschr. f. Psychol. u. Phys. d. Sinnesorg. 1903. 32. Bd. S. 440.

3) Die Empfindung der Geruchlosigkeit. Archiv. f. Anat. und Physiologie. Supplement 1902.

Digitized by Google

fizient der riechenden Moleküle zur Riechzelle günstiger sein als zur Luft; trifft das nicht zu, so werden auch objektiv starkriechende Stoffe nicht gerochen werden.[1])

Über einen besondern Fall der oft vorkommenden Parosmie berichtet Beyer.[2])

Bei zwei Patienten fand sich eine Verkehrung des Geruches, aber verschieden in den neun Klassen Zwaardemakers. Bei Klasse 1 (ätherische), 2 (aromatische Gerüche) und 8 (widerliche) keine Parosmie, doch Anosmie für Vanille. In Klasse 3 (balsamische) trat Jononparosmie ein usw. Dieser klinische Befund bestätigt die Lokalisationshypothese Zwaardemakers, welche annimmt, daß wir uns in der regio olfactoria parallel mit der Atemstrombahn die Geruchsklassen, senkrecht zu derselben die homologen Reihen, nach der Größe der Diffusionskoeffizienten der Riechgase, angeordnet denken müssen.

Der Geruchssinn wird auch als Helfershelfer der Deszendenztheorie angerufen.

C. M. Gießler behauptet:[3])

Der Geruchssinn hat am meisten zur Entwicklung des Seelenlebens beigetragen. Nach Ebinger sind die ersten Bildungen der Hirnrinde mit dem Riechapparate verknüpft. Im höheren Seelenleben tritt aber die Bedeutung des Geruchs und damit auch der anatomischen Ausbildung zurück, nicht nur wenn wir die verschiedenen Tiere sondern auch die Menschenrassen mit einander vergleichen.

---

1) Vergl. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. der Sinnesorgane. 1903. 32. Bd. S. 440 ff.

2) Beiträge zur Frage der Parosmie. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 35. Bd. S. 50.

3) Die Gerüche vom psychogenetischen Standpunkte aus. Vierteljahrsschrift f. wiss. Philos. 1902. S. 49.

Digitized by Google

Vierzehntes Kapitel.

Der Geschmack.

Am eingehendsten hat sich mit dem Geschmackssinn Fr. Kiesow experimentell beschäftigt. Hören wir ihn zunächst über die Qualitäten dieses Sinnes. In dem Aufsatze „Beiträge zur physiologischen Psychologie des Geschmackssinnes“[1]) führt er aus:

Die vier Geschmacksqualitäten,

des Salzigen, Süßen, Saueren und Bitteren lassen hinsichtlich ihrer spezifischen Eigenschaften keine Variationen zu, sondern werden nur intensiv verschieden empfunden, darum faßt man sie als Grundempfindungen des Geschmackssinnes auf. Die große Mannigfaltigkeit der Geschmäcke rührt von beigemischten Geruchs- und Tastempfindungen her. Die sogen. aromatischen Geschmäcke hängen mehr vom Geruch als vom Geschmack ab. Läßt man eine Versuchsperson die Augen schließen und die Nase zuhalten, sodaß weder ein aufsteigender noch absteigender Luftstrom die Riechfläche passieren kann, und streut man dann eine Messerspitze gepulverten Zimmets auf die Zunge, so erklärt sie, es schmecke wie Mehl (Tastempfindung), etwas süß. Unter gleichen Bedingungen hat man von den aromatisch schmeckenden Erdbeeren nur eine Tast- und Temperaturempfindung, Vanille im Tee wird gar nicht erkannt.

Es gibt überhaupt gar keine reinen Geschmacksempfindungen; die Untersuchungen des Verf.'s ergaben, „daß alle unsere Geschmackseindrücke von Tastsensationen begleitet sind. Die Verhältnisse gestalten sich jedoch nach den verschiedenen Geschmacksqualitäten verschieden.

„Am ausgeprägtesten tritt die Tastempfindung als Begleiterscheinung des Saueren auf. Sie kündigt sich hier schon unterhalb der

1) Philos. Stud. 1894. 10. Bd. S. 523.

Digitized by Google

Geschmacksschwelle als schwach adstringierend an und begleitet sodann die Geschmacksempfindung eine weite Strecke, bis sie allmählich in eine brennende Empfindung übergeht. Die letztere wächst mit jeder Konzentrationsstufe und wird endlich zur Schmerzempfindung, sodaß der Geschmackseindruck ganz zurücktritt. . . .

„Beim Salzigen tritt die Tastempfindung erst diesseits der Geschmacksschwelle als schwach brennende Begleitempfindung auf. Dieselbe nimmt ebenfalls mit jeder folgenden Geschmacksstufe zu, dominiert jedoch niemals in gleichem Grade wie beim Saueren, sodaß sie eine durch konzentrierte Lösung hervorgerufene Geschmacksempfindung nicht ganz zu übertönen vermag.

„Aber auch die Empfindungen des Süßen und Bitteren sind mit Tasteindrücken verbunden. Bestimmt man z. B. die Schwelle für Süß durch Lösungen von Rohrzucker, so hat man noch, bevor der Geschmackseindruck zum Vorschein kommt, um die Schwelle herum eine Empfindung des Glatten und Weichlichen. Diese Erscheinungen sind zweifellos Tastsensationen. Auf einer weiteren Strecke werden dieselben von der Geschmacksempfindung übertönt, treten aber auf höheren Stufen wieder deutlich hervor. So habe ich bei 40prozentiger Rohrzuckerlösung neben der intensiv süßen Geschmacksempfindung zugleich den Tasteindruck des Gleitenden und Schlüpfrigen, ähnlich dem, den man beim Genießen von flüssigem Honig oder Syrup hat. . . . Beim Bitteren sind die Schwellenwerte deutlich von einer Sensation des Fettigen begleitet. Die Geschmacksempfindung überwiegt aber bald so sehr, daß reines Chinin, wenigstens bei mir, keine weiteren Tastempfindungen hervorruft. Anders ist es bei schwefel- oder salzsauerem Chinin. Hier hat man auf höheren Stufen wieder eine deutliche, mehr oder weniger brennende Empfindung. . .“

Außer den vier allgemein anerkannten Geschmacksqualitäten, wird von manchen noch eine fünfte, der alkalische (Laugen-) Geschmack angenommen. Andere wollen ihn gar nicht als Geschmacks- sondern als Tastempfindung oder doch als beides zusammen gelten lassen.

„Zweifelsohne ist er mit Tasteindrücken, denen sich wohl auch Geruchsempfindungen zugesellen mögen, verbunden, im übrigen ist es jedoch nicht leicht, ihn qualitativ zu bestimmen. Dies ergibt sich schon daraus, daß man einigermaßen in Verlegenheit gerät, wenn man ihn näher definieren soll. Subjektiv ist das Alkalische neben dem deutlich wahrnehmbaren Tasteindruck auch für den Geschmack so eigenartig, daß es keinem der vier übrigen Geschmäcke zugerechnet wird. Man muß diesen Eindruck wie die übrigen Geschmäcke selbst empfunden

Digitized by Google

haben, wenn man ihn einem anderen verständlich machen will. . . . Am meisten ist man geneigt, denselben dem Salzigen zu vergleichen, aber die beiden Empfindungen lassen sich doch wieder nicht ohne weiteres identifizieren. Zuweilen ist neben dem eigentümlich und schwach Salzigen eine Tendenz zum Süßlichen vorhanden. Es ist möglich, daß vorzugsweise diese beiden Empfindungen zusammen mit dem Ätzenden des Tasteindrucks die Wirkung erzeugen, die wir als alkalisch oder laugig zu bezeichnen gewohnt sind."

Es gibt demnach in dieser ganzen Frage nur zwei Möglichkeiten: „Entweder ist das Alkalische keine besondere Geschmacksempfindung neben den übrigen vieren, dann aber müssen diese Eindrücke alle oder zum Teil in ihm enthalten sein, oder dies ist nicht der Fall, dann aber ist das Laugenhafte unabweisbar eine fünfte Qualität." Wundt nimmt es als letzteres.

Auf dem Gebiete der Geschmacksempfindungen bestehen nicht minder Kontrastwirkungen wie auf anderen Sinnesgebieten. Schon die tägliche Erfahrung lehrt dies und Kiesow hat dieselben sehr eingehend nachgewiesen, indem er zeigte. 1° daß durch Kontrast z. B. destilliertes Wasser süß geschmeckt wird, wenn nämlich vorher die Zunge mit Schwefelsäure gereizt war; 2° ein unterhalb der Schwelle liegender Geschmack kann durch Kontrast über die Schwelle gehoben werden; 3° ein merklicher Geschmack kann auf diese Weise verstärkt werden.

In der Abhandlung: Beiträge zur physiologischen Psychologie des Geschmackssinnes handelt er über Kompensations- und Mischungserscheinungen.

Es ist längst bekannt, daß man einen Geschmack durch einen anderen herabstimmen, einen unangenehmen durch sog. Korrigentien verbessern kann. Man hat aber bei dieser „Kompensation" der Geschmäcke vielfach den Gefühlston mit der Empfindung selbst verwechselt. Zwaardemaker hat gefunden, daß auch zwei Geruchsempfindungen selbst getrennt in den zwei Nasenlöchern sich vollständig aufheben können. Bei der engen Verwandtschaft von Geruch und Geschmack liegt es nahe, eine solche Kompensation auch für letzteren anzunehmen. In der Tat wird solcher von Manchen behauptet; durch fortgesetzten Zusatz von Zucker kann man das Bittere des Kakao aufheben und verspürt bei einem gewissen (Indifferenz-)Punkte auch nichts Süßes.

Der Verf. kann diese gegenseitige Kompensation nicht bestätigen. Er fand allerdings eine gegenseitige Schwächung der vier Geschmacksqualitäten, aber keine gegenseitige völlige Aufhebung, selbst bei Süß

Digitized by Google

und Salzig nicht, die sich besonders stark beeinflussen. Am stärksten ist diese Beeinflussung bei schwachen Reizen, aber auch da ergab sich kein oder doch kein völliger Indifferenzpunkt, sondern ein einziger Geschmack = „fade" oder unbestimmt laugig.

Es entspricht also der Geschmackssinn in den Mischungserscheinungen hierin mehr den beiden höheren Sinnen als dem Geruchsinn; wir haben hier etwas Ähnliches wie bei der Verschmelzung von einfachen Tönen zu einem Klange, zweier Farben zu einer Mischfarbe. Wie das geübte Ohr die Partialtöne heraushört, das Auge die Komponenten einer Mischfarbe oft herausfindet, so unterscheidet der Geschmack noch die einzelnen Qualitäten der Mischung bald die eine mehr, bald die andere, manchmal entsteht eine Art Wettstreit der Empfindungen.

„In der neutralen Qualität des Laugigfaden, die sich bei niederen Konzentrationsstufen von Salzig und Süß ergibt, haben wir vielleicht eine Vorstufe und Andeutung eines Komplementarismus, wie derselbe bei den sogen. Gegenfarben seine größte Vollkommenheit erreicht, zu erkennen. Da Süß und Salzig zudem kontrastierend sich zu einander verhalten, so könnte man hier vielleicht von Gegengeschmäcken reden."

Man hat auch den Nachgeschmack mit den Nachbildern verglichen und selbst ein Abklingen wie bei diesen beobachtet zu haben geglaubt. Allerdings findet sich nicht bloß ein gleichartiger, sondern auch mehrere vom ursprünglichen qualitativ verschiedene Nachgeschmäcke; z. B. schon schwache Säurelösungen haben einen ziemlich bitteren Nachgeschmack, Kochsalz uud Salzsäure haben einen süßlichen Nachgeschmack. Teilweise rührt der Nachgeschmack von einer ständigen Geschmacksempfindung mancher Personen her, welche wieder auftritt, wenn der von außen erregte Geschmack zurücktritt. Eine Analogisierung mit den negativen Nachbildern hält Verf. nicht für hinreichend begründet.

Auch D. P. Hänig[1]) wagt nicht die Frage nach dem laugenhaften Geschmack zu entscheiden. Ob außer den vier Grundqualitäten noch ein laugenhafter und ein metallischer angenommen werden muß, ist nicht sicher zu entscheiden. Er vermochte den laugigen nicht durch Kombination von Süß, Salzig und Brennen herzustellen.

Für die vier Grundqualitäten ist die Zungenmitte ganz unempfindlich. Rings um dieselbe lagert sich die perzeptionsfähige Zone, welche abweichend von der Netzhaut für alle Qualitäten, für alle Individuen dieselbe ist. Die spezifischen Endapparate beschränken sich auf den Zungenrand. Hier kann durch den Druck der Zähne und des

1) Zur Psychophysik des Geschmackssinnes. Philos. Stud. 1901. S. 576.

Digitized by Google

Zahnfleisches die schmeckende Substanz dicht an die Nervenendungen in den Schmeckbechern oder Geschmacksknospen eingepreßt werden.

„Die Dichtigkeit der Endapparate ist an der Peripherie der Schmeckfläche am größten." Die süßempfindlichen sind besonders gehäuft an der Zungenspitze, die sauerperzipierenden in der Mitte der Ränder und die für Bitter im Bezirke der Papill. circumvallatae.

Genauere Angaben über die Empfindlichkeit der einzelnen Stellen des Mundes hat wieder Kiesow in „Beiträge zur physiologischen Psychologie des Geschmackssinnes"[1]) gemacht. In Betreff der an den Geschmacksempfindungen sich beteiligenden Stellen des Mundraumes ergab sich aus den sorgfältigen Experimenten:

„1. An der Geschmacksempfindung nehmen Anteil neben der gesamten Zungenoberfläche, ihrer Basis, der unteren Fläche ihrer Spitze — der weiche und der harte Gaumen, sicher die vorderen Gaumenpfeiler, die Tonsillen, die Uvula, die hintere Rachenwand, das Innere des Kehldeckels und die Wangenschleimhaut. 2. Alle diese Teile perzipieren im kindlichen Alter, im erwachsenen reagieren nicht mehr die Wangenschleimhaut und die Zungenmitte. . . . 3. Eingetretene Störungen erklären sich teils aus einer (sehr häufigen) Affektion des Mittelohrs, teils sind sie individuell begründet."

Die einzelnen Stellen zeigten aber einen großen Unterschied in der Empfindlichkeit. Dieselbe ist „1. an den einzelnen Zungenteilen für die einzelnen Qualitäten verschieden. Süß wird von der Spitze, Sauer vom Rande und Bitter von der Basis der Zunge am besten perzipiert. Salz wird an Spitze und Rändern gleich, an der Basis geringer empfunden. . . . 4. Die Erklärung für die normalen Verhältnisse sowie für die individuellen Differenzen ist, soweit nicht pathologische Ursachen, Hemmungserscheinungen u. dergl. nachweisbar sind, wohl überall in dem Adaptionsgesetze zu suchen."

Aus Vorstehendem ergibt sich:

Die spezifische Energie des Geschmackssinnes.

Das von Joh. v. Müller aufgestellte Gesetz der spezifischen Sinnesenergien besagt, daß jeder Sinn nur auf einen ihm entsprechenden Reiz reagiert. Dieses Gesetz verlangt nun weiter, daß jede Empfindungsqualität an ein besonderes Endorgan gebunden sei, und zwar innerhalb eines jeden Sinnesorgans selbst. Beim Gehör ist

1) Philos. Stud. 1894. S. 329.

Digitized by Google

ziemlich allgemein zugegeben, daß bestimmte Enden des akustischen Nerves bestimmten Tönen entsprechen, auch beim Auge nimmt die Young-Helmholtz'sche Hypothese dreierlei Nervenelemente an, welche nur je für Rot, Grün, Violet empfänglich sind. In Bezug auf die übrigen Sinne konnte nichts derartiges nachgewiesen werden, wenn man nicht neuere Versuche von Blix u. a. hierher rechnen will, welche eine größere Empfänglichkeit bestimmter Hautnerven für Wärme oder Kälte oder Druck darzutun scheinen. Den Geschmackssinn hat nun Hjalmar Oehrwall auf seine spezifischen Energien untersucht.[1])

Es war zunächst festzustellen, welches die verschiedenen Geschmacksqualitäten sind. Während manche Forscher nur 2 anerkennen, gehen andere bis auf 10. Oehrwall zeigt, daß es vier, nicht mehr und nicht weniger gibt. Süß, sauer, bitter, salzig; die übrigen Geschmacksunterschiede führt er auf Intensitätsunterschiede und verschiedene Beimischungen von Geruchs- und Gefühlsempfindungen zurück.

Daß nun diese vier verschiedenen Geschmäcke auf verschiedene Teile des Organs verteilt sind, konnte schon aus den länger bekannten Tatsachen geschlossen werden, daß gewisse Substanzen auf der Basis der Zunge einen anderen Geschmack haben, als auf der Zunge selbst, und daß die Reaktionszeit für Bitter auf der Zungenspitze länger ist, als für die übrigen Geschmäcke, während die Zungenbasis gegen alle gleich schnell empfindlich ist. Oehrwall versuchte aber direkt die den verschiedenen Geschmäcken entsprechenden Papillen der Zunge herauszufinden. Er bediente sich dazu eines feinen Haarpinsels, dessen Spitze feiner war als die kleinste Papille. Er brachte nun von süßen, sauren, bitteren Stoffen Tröpfchen auf 125 Papillen, die aus den 350—400 des ganzen Organs an verschiedenen Stellen ausgewählt wurden. Das Ergebnis war folgendes: 27 (21 %) reagierten weder auf Weinsäure, noch auf Chinin, noch auf Zucker; 98 (78,4 %) reagierten auf eine oder mehrere dieser Substanzen. Unter den 98 reagierten auf Weinsäure 91 (nur auf Säure 12); auf Zucker 79 (nur auf Zucker 3); auf Chinin 71 (nur auf Chinin 0); auf Zucker und Weinsäure 72 (nur auf beide 12); auf Chinin und Weinsäure 67 (allein 7); auf Zucker und Chinin 64 (allein 4); auf alle drei Substanzen 64. Unter den 98 Papillen reagierten also 19 auf Weinsäure, aber nicht auf Zucker, 7 auf Zucker und nicht auf Weinsäure, 24 auf Weinsäure und nicht auf Chinin, 4 auf Chinin und nicht auf Weinsäure, 15 auf Zucker und nicht auf Chinin, 7 auf Chinin und nicht auf Zucker.

Daraus ist ersichtlich, daß einzelne Papillen nur gegen einen Reiz empfindlich sind, nicht gegen einen andern, andere nur für zwei,

1) Skandinav. Archiv f. Physiologie 1890 Bd. II.

Digitized by Google

für andere nicht, was entschieden für das Vorhandensein spezifischer Endaparate im Geschmackssinn spricht.[1])

Über die Einwirkung der Temperatur auf die Geschmacksempfindung teilt Kiesow[2]) mit:

„Ich habe gefunden, daß Temperaturen, die diesseits der Grenzen des Temperaturschmerzes liegen, auf Geschmackseindrücke, sobald man nur auf die Wahrnehmung derselben die Aufmerksamkeit hinreichend zu konzentrieren vermag, und nicht sekundäre Erscheinungen hinzutreten, gar keinen Einfluß auszuüben vermögen. Der letztere tritt vielmehr erst ein, sobald die erwähnten Schmerzgrenzen erreicht sind. Der nunmehr eintretende Temperaturschmerz aber kann sodann bei kurzer Einwirkungszeit psychologisch im Sinne der oben erwähnten Schmerzhaftigkeit der Zähne die Geschmacksfensation übertönen oder bei längerer Dauer in physiologischem Sinne anästhesierend auf die Endorgane des Geschmackssinnes oder auch hemmend auf den Verlauf der betreffenden Nervenfaser selbst einwirken." Eine Verschiebung des Schwellenwertes trat bei Temperaturen von 0° bis 51° C. nicht ein. Wird dagegen die Zunge $^1/_2$ bis 1 Minute lang in Wasser von über 50° C. oder in eine Kältemischung unter 0° getaucht, so verliert sie für einige Sekunden die Fähigkeit zu schmecken, wie E. H. Weber bereits bei Rohrzucker, der Verf. aber nun bei allen vier Geschmacksqualitäten nachgewiesen hat.

Das Geschmacksorgan kann auch durch Medikamente stark umgestimmt werden.

So fand W. A. Nagel:[3])

Reines Quellwasser schmeckt nach einer dünnen Lösung von Kaliumchlorat deutlich süß. Dies kann aber kaum auf Kontrastwirkung beruhen. Denn erstens ist der induzierte Geschmack hier stärker als der induzierende. Zweitens hat die Lösung einen „faden", dem Bitteren näher kommenden Geschmack. Nach Kiesow gibt es aber nur Kontrast zwischen Süß und Salzig, und zwischen Süß und Sauer.

„Man wird vielleicht zweckmäßiger von einer temporären Umstimmung des Geschmacksapparates sprechen können, womit ein Urteil über das innere Wesen des Vorganges nicht ausgesprochen ist. Kiesow's Versuche weisen auf zerebrale Entstehung der

1) Vgl. Naturw. Rundsch. N. 17 S. 213 ff.

2) Beiträge zur physiologischen Psychologie des Geschmackssinnes. Philos. Stud. 1896. S. 464.

3) Über die Wirkung des chlorsauren Kali auf den Geschmackssinn. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1896. S. 235.

Digitized by Google

Geschmackskontraste hin, während die Umstimmung durch Kaliumchlorat wohl als peripher bedingt anzusehen ist."

F. Kiesow veröffentlichte eine Abhandlung: „Über die Wirkungen des Cocain und der Gymnemasäure auf die Schleimhaut der Zunge und des Mundraumes."[1])

Bekanntlich machen die zwei genannten Stoffe der Zunge appliziert einige Zeit für bestimmte Geschmäcke unempfindlich. Der Verf. untersucht diese Wirkungen genauer. Zuerst wurde der Mund auf normale Tastempfindung geprüft: es fanden sich Stellen an den Wangen, die ganz unempfindlich waren, am empfindlichsten ist die Zungenspitze. Das Cocain löschte an der Zungenspitze allein die Tastempfindung nicht aus. Am größten ist der auslöschende Einfluß des Cocain auf Bitter und Süß, bei niedrigen Lösungsgraden ist die Wirkung auf Salzig am geringsten, auf höherem dem auf Sauer gleich. Die Gymnemasäure wirkt am stärksten auf Süß, auf Salz und Sauer gering, auf Tast- und Temperaturreize gar nicht.

Schwer waren die eigentlichen empfindlichen Nervenendungen des Geschmacks festzustellen.

Kiesow stellte „Schmeckversuche an einzelnen Papillen" an. Nach dem Vorgange Oehrwall's wurden die pilzförmigen Papillen auf ihren spezifischen Geschmack geprüft, da die papillae foliatae und circumvallatae sehr schwer dem Experimente zu unterwerfen sind. Im ganzen wurden 39 untersucht; von diesen reagierten 4 weder auf Kochsalz, noch auf Zucker, Salzsäure und Chinin. Von den übrigen 35 reagierten auf Kochsalz 18 (nur auf Kochsalz 3), auf Zucker 26 (nur auf Zucker 7), auf Salzsäure 18 (nur auf Salzsäure 5), auf Chinin 13 (nur auf Chinin 0); nicht auf Kochsalz 17, nicht auf Zucker 9, nicht auf Salzsäure 17, nicht auf Chinin 22. „Der positive Pol des konstanten Stromes löste bei Oehrwall auf allen sauerschmeckenden Papillen vorzugsweise saueren Geschmack nebst einem Gefühl der Hitze aus", der negative vorzugsweise süßen und bitteren Geschmack nebst Hitze. Der schwache Strom löste nur an solchen Papillen Geschmacksempfindungen aus, die auch sonst von schmeckbaren Substanzen in gleicher Weise affiziert werden.

Neuere Untersuchungen bestätigen dem Verf. die Vermutung, daß der in den Papillen der Zunge der Katze nachgewiesene terminale Nervenplexus die hohe Empfindlichkeit dieser Körperteile erklärlich macht.[2])

1) Phil. Stud. 1893. S. 510.

2) Zur Kenntnis der Nervenendigungen in den Papillen der Zungenspitze. Zeitschrift f. Psychol. u. Phys. 35. Bd. S. 252.

Digitized by Google

Es fragt sich ob der Geschmack auf die Mundhöhle eingeschränkt ist. Kiesow[1]) findet mit Hahn sie weiter ausgedehnt.

Schon längst war bekannt, daß auch im Kehlkopf, sogar an den Stimmbändern sog. Geschmacksknospen und -Becher sich finden. Da man aber an diesen Stellen keine Geschmacksempfindungen nachweisen konnte, und Geschmacksstoffe dahin nicht gelangen, leugneten Verson und Foster die Auffassung dieser Gebilde als Geschmacksorgane. Dagegen wies Michelson mit Langendorff nach, „daß die Innendecke des Kehldeckels Geschmacksempfindungen besitzt. Die Auffassung der Schmeckbecher als Endorgane der geschmacksperzipierenden Nerven erhält durch die von uns konstatierte Tatsache eine weitere Stütze."

Ebenso konstatierten die Verf., „daß die hintere Epiglottisfläche geschmacksempfindlich ist", und gewannen die Überzeugung, daß auch „die im Innern des Larynx gefundenen knospenförmigen Gebilde geschmacksfähig sind".

Kiesow berichtet später über Experimente, welche auch bei Kindern Geschmacksempfindungen der Uvula dartun.

H. Beyer hat das „Nasale Schmecken"[2]) genauer untersucht. Den süßen Geschmack, der bei Einatmung von Chloroform entsteht, glaubt Zwaardemaker den Knospen in der regio olfactoria, die er als Geschmacksorgane auffaßte, zuschreiben zu sollen. Aber Beyer fand, daß eine Patientin, bei der die betreffende Stelle der Nase ganz verschlossen war, nur die Kälteempfindung, nicht den süßen Geschmack hatte, und ebenso nicht den bitteren Geschmack bei Ätherdämpfen. Es muß also im Nasenrachenraum die Perzeption stattfinden.

W. Nagel[3]) bestätigt die vorige Beobachtung. „Spricht man während der Chloroformeinblasung anhaltend einen Vokal aus, wobei das Gaumensegel Mund- und Nasenhöhle trennt, so fällt von den erwähnten Empfindungen die Süßkomponente gänzlich weg, der Chloroformgeruch hat dann nichts ‚Süßliches' mehr an sich."

Zwaardemaker hat die Beobachtungen Nagels nicht bestätigt gefunden; er behauptet nach wie vor den süßen Geschmack des eingeatmeten Chloroforms.[4]) Aber auch Nagel kann sein Ergebnis nicht

1) Über Geschmacksempfindungen im Kehlkopf. Zeitschrift f. Psych. u. Phys. 27. Bd. S. 80.

2) A. a. O. 35. Bd. S. 260.

3) Einige Bemerkungen über nasales Schmecken. A. a. O. S. 268.

4) A. a. O. 38. Bd. S. 189: „Riechendschmecken."

Digitized by Google

zurücknehmen; er meint, möglicherweise reichten bei manchen die Geschmackspapillen bis in die regio olfactoria.[1])

In Vorstehendem wurde bereits

Der elektrische Geschmack

berührt.

Schon ein einfaches bekanntes Experiment lehrt, daß unsere Zunge einen feinen Geschmack für den galvanischen Strom besitzt. Legt man eine Kupfermünze auf die Zunge, eine Silbermünze unter dieselbe, sodaß die beiden vorderen Ränder der Münze sich berühren, so hat die Zunge im Augenblick der Berührung einen eigentümlichen faden Geschmack, der nur von der Berührungselektrizität herrühren kann. Man hat zwar neuerdings gefunden, daß auch mechanische Berührung, Druck und Reiben bestimmter Geschmacksnerven Geschmacksempfindungen hervorrufen. Shore fand bei sich selbst durch Reiben bestimmter Zungenpartien, nachdem die taktile Empfindung geschwunden war, an der Spitze einen schwach süßlichen, am Rand und Rücken einen bitteren Geschmack. Die Spitze der Zunge ist überhaupt am empfindlichsten gegen süßen und sauren Geschmack, während das Bittere hier am schwächsten empfunden wird, das Salzige aber überall gleich wirkt. Derselbe Forscher fand nun weiter, daß der konstante elektrische Strom an der Anode saueren Geschmack hervorruft. An der Kathode und bei unterbrochenen Stromstößen entstanden an den bezüglichen Zungenstellen saure alkalische und bittere Geschmacksempfindungen.

N. Brühl[2]) fand, „daß durch den elektrischen Strom neben der Empfindung des Saueren auch die des Salzigen gleichzeitig mit erregt wird". Letztere ist bisher der Beobachtung entgangen, weil die Empfindungen des Brennens und Saueren überwiegen.

Die Physiologen sind nicht einig in der Beurteilung der wahren Natur dieser Geschmacksempfindungen; manche wollen sie gar nicht als solche gelten lassen. Um darüber Klarheit zu bekommen, wandte Shore Cocain an, welche Substanz die Gefühls- und Schmerzempfindungen ganz aufhebt, um das Verhalten desselben zu bereits durch andere Säuren erregten Einwirkungen auf die Zunge zu prüfen. Dasselbe wirkte am stärksten auf das Allgemein- und Schmerzgefühl, weniger auf den bitteren Geschmack, dann auf den süßen, den salzigen, den saueren, am schwächsten auf die Berührungsempfindung. Darnach

1) A. a. O. S. 196: „Bemerkungen zu der vorstehenden Arbeit Zwaardemaker's."

2) Natur u. Offenbarung 1903. S. 300.

Digitized by Google

glaubt Shore behaupten zu können, daß das Sauere in seinem Verhalten zum Cocain sich den Berührungsempfindungen anschließt. Denn bei schwachen Säuren konnte das Sauere von dem Brennenden deutlich unterschieden werden, ersteres wurde durch Cocain nicht beeinflußt, letzteres schnell unterdrückt. Auch den salzigen Geschmack fand er zusammengesetzt aus einem salzigen und einem brennenden.[1])

Aus diesen Versuchen ergibt sich aber keineswegs eine Identität bestimmter Geschmacksempfindungen mit taktilen oder brennenden, sondern nur eine Vermischung mit den letzteren. Es ist ja schon länger bekannt, daß der spezifische Geschmack der Stoffe vielmehr ein Gemisch von Empfindungen verschiedener Sinne als elementare Empfindungen darstellt. Er setzt sich zusammen aus wirklichen Geschmacks- und Geruchsempfindungen mit allgemeinen Gefühlsempfindungen. Wirklich einfach sind nur die Empfindungen des Bitteren, Süßen, Saueren, Salzigen, wobei nicht ausgeschlossen ist, daß vielleicht auch von diesen noch die eine und andere auf einfachere zurückgeführt werden kann.

In dem erklärten Sinne kann man also auch von einem Geschmacke des elektrischen Stromes sprechen. Prof. Hermann hat darüber spezielle Untersuchungen angestellt, welche Folgendes ergaben:

„Läßt man einen konstanten Strom einwirken, so beobachtet man eine mit der Stärke des Stromes mäßig steigende Geschmacksempfindung, und zwar an der Anode einen saueren, milden Geschmack, der während der Schließungszeit anfangs etwas wächst, dann etwas abnimmt, um in letzter Stärke bis zum Aufhören des Stromes zu verharren; an der Kathode erscheint ein schwächerer, laugenartiger, weniger angenehmer Geschmack." An Stellen der Zunge, welche dem Gaumen oder Zahnfleische anliegen, beobachtet man beim „kathodischen Strome neben dem alkalischen noch einen deutlich saueren Geschmack, der auf Stromesschleifen zurückgeführt werden muß, welche an diesen Stellen in die Zunge eintreten. Nach dem Öffnen des Stromes hinterläßt der kathodische Strom eine deutliche, rasch vorübergehende, saure Empfindung, der anodische Strom nicht."

„Genaue Messungen wurden über den Grenzwert des einen saueren Geschmack hervorrufenden Stromes angestellt, derselbe wurde gleich $^1/_{156}$ Milli-Ampère gefunden. Dies zeugt für eine sehr große Empfindlichkeit der Zunge für konstante elektrische Durchströmung; denn die schwachen Ströme, welche zur Hervorrufung eines deutlich saueren Geschmackes genügen, wirken weder auf den Tastsinn noch auf das Auge, auch nicht im Momente ihrer Schließung oder Öffnung.

1) Vgl. Gaea, 1893, S. 48 ff.

Digitized by Google

Hingegen erwiesen sich einzelne Induktionsströme nur dann wirksam, wenn sie ziemlich stark waren; und sie erzeugten stets nur saueren Geschmack, der regelmäßig von einer lebhaften Gefühlsempfindung begleitet war. Für Induktionsströme liegt also die Grenze der Geschmacksempfindung höher als die der Gefühlsempfindung.

„Der Umstand, daß der konstante Strom ein ganz spezifisch hohes Erregungsvermögen für das Geschmacksorgan besitzt, veranlaßte Versuche, welche prüfen sollten, wie Stromesschwankungen, welche bei der Erregung der übrigen Nerven von großem Einflusse sind, auf die Geschmacksnerven wirken. Es wurde der Grenzwert eines konstanten anodischen Stromes aufgesucht, einmal bei dauerndem Schluß und dann bei der Drehung eines im Kreise befindlichen Unterbrechungsrades. In letzterem Falle lag die Grenze unvergleichlich viel höher; die durch die Unterbrechungen gesetzten Stromesschwankungen haben also die Wirkungen des konstanten Stromes nur vermindert."

Hieraus folgert Hermann, daß Stromesschwankungen überhaupt keinen elektrischen Geschmack bewirken, sondern nur der Strom selbst, und daß auch die relativ schwache Wirkung der Induktionsströme nur von der mit ihnen verbundenen kurzen Durchströmung an sich, nicht von dem zeitlichen Ablauf derselben herrührt. Weiter folgert er daraus, daß der elektrische Geschmack ausschließlich auf der Durchströmung der nervösen, in der Zungenschleimhaut gelegenen Endorgane oder der letzten in die Schleimhaut ausstrahlenden Nervenfaser-Endigungen beruhe. [1])

Chemismus der schmeckenden Stoffe.

Das Angenehme und Unangenehme der Geschmacksempfindungen hat W. Sternberg[2]) in einer Harmonie und Disharmonie der schmeckenden Stoffe nachzuweisen gesucht.

Der Verfasser legt sich folgende drei Fragen vor: 1. Weshalb schmecken manche Substanzen und weshalb sind andere nicht minder lösliche geschmacklos? 2. Weshalb schmecken die einen süß, die anderen bitter? 3. Weshalb ist der süße Geschmack der angenehme, der bittere der unangenehme? Er glaubt sie alle drei chemisch aus einem einzigen Gesichtspunkte beantworten zu können:

„Sämtlichen süßen Verbindungen ist eine Harmonie im chemischen Bau des Moleküls eigen, entsprechend dem angenehmen Geschmack des

1) Jahrb. der Naturw. 1892. S. 67 f.; Naturw. Rundschau. 1891. S. 496.

2) Geschmack und Chemismus. Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. 1899. 20. Bd. 6. Heft.

Digitized by Google

Süßen, sie ist es, welche der Süßigkeit zugrunde liegt. Ist dem so, so ist es ein Postulat, daß eine Störung der Harmonie im Molekül den süßen Geschmack benehmen muß; ja noch mehr, ist es wirklich so, daß die im Molekül herrschende Harmonie der süßenden Eigenschaft zugrunde liegt, so muß eine Störung derselben nicht nur den süßen Geschmack nehmen, sondern sogar den bitteren zunächst herbeiführen, wenn anders die Störung nicht so erheblich ist, daß Geschmacklosigkeit eintritt. Mit diesen theoretischen Erwägungen stehen die Tatsachen im besten Einklang. Denn die bitter schmeckenden Verbindungen bestehen ebenfalls nur aus drei Gruppen und zwar stehen dieselben in den intimsten Beziehungen zu den süßschmeckenden drei Gruppen."

Das zeugt zugleich von hoher Zweckmäßigkeit des Geschmacksorgans:

„Während die Moleküle mit ausgeglichener Positivität und Negativität nicht schädlich sein können, so daß sie durch den süßen Geschmack ausgezeichnet sind, also müssen die Moleküle mit ausgesprochenem positiven oder negativen Charakter chemisch wirksam und demnach durch den bitteren Geschmack kenntlich gemacht sein." „Wie also die psychische Lustempfindung in dem Gebiete der Hörsphäre mit einer gewissen Einfachheit im Zahlensystem der physikalischen Ursachen der Empfindungen zusammenfällt, also darf man nunmehr die psychische Lustempfindung im Gebiete des Geschmackssinns auf eine Einfachheit der chemikalischen Bedingungen der Empfindungen zurückführen."

Eingehend verfolgte er diesen Gedanken in dem Aufsatze: „Zur Physiologie des süßen Geschmackes."[1])

Der Geschmack ist der chemische Sinn, der Chemismus der Schmeckstoffe muß die Verschiedenheit der Geschmacksqualitäten bewirken.

In der Tat haftet der süße Geschmack im allgemeinen an den Kohlehydraten, der bittere an Alkaloiden, der sauere an den Säuren, der salzige an Salzen. Aber es gibt bekannte Ausnahmen. Es gibt bitteren Zucker, z. B. die d-Mannose, Stickstoffverbindungen wie das Saccharin schmecken süß.

Was nun das erstere anlangt, so fand Sternberg bei sehr geeigneten Versuchspersonen, daß der Geschmack der d-Mannose entschieden süß ist, nur von einem bitteren Nachgeschmack begleitet; schon die ersten Darsteller der Substanz hatten den bitteren Beigeschmack Verunreinigungen zugeschrieben.

Der süße Geschmack mancher Stickstoffverbindung läßt sich wohl auf einen Ausgleich der Molekülgruppen, wie bei der Aminobutter-

1) A. a. O. 35. Bd. S. 81.

Digitized by Google

säure zurückführen, die Harn-Süßkörper sind aber noch zu wenig untersucht, um allgemeine Schlüsse darauf zu bauen. Die Aminobuttersäure erscheint in drei Formen: die α-A. ist süß, die β-A. bitter, die γ-A. ist geschmacklos. In der β-Form haben zwei Atomgruppen eine solche geometrische Lage zu einander, daß die entgegengesetzten physiologischen Wirkungen sich nicht aufheben können, in der α-Form ist die Gruppierung derart, daß der Gegensatz ausgeglichen wird, „was sich durch den süßen Geschmack offenbart. Das Prinzip der süßen Eigenschaft aller süßenden Substanzen beruht, wie ich annehme, auf diesem Ausgleich der entgegengesetzten Gruppen . . .

„Umgekehrt kann man aus dem süßen Geschmack auf einen gewissen Ausgleich schließen, so daß die Annahme des physiologischen Ausgleiches der einander sehr nahestehenden Gruppen wahrscheinlich ist." Bitter sind alle Gifte, kaum eine süße Substanz ist giftig.

Die aus den neuentdeckten stickstoffhaltigen Süßmittel Dulcin und Glucin sich ergebenden Schwierigkeiten gegen die Theorie Sternberg's sind darum ohne Belang, weil, wie er nachweist, das Urteil über deren Geschmack sehr variiert.[1])

1) Irrtümliches und Tatsächliches aus der Physiologie des süßen Geschmackes. A. a. O. 38. Bd. S. 259.

Digitized by Google

Fünfzehntes Kapitel.

Der Gefühlssinn

zeigt in seinen verschiedenen Qualitäten mehr Verschiedenheiten als jeder andere Sinn. Während die anderen Sinne eine gewisse Gleichartigkeit aller ihrer Qualitäten aufweisen, gibt es beim Gefühl zum mindesten drei mit einander kaum vergleichbare Qualitäten bezw. Empfindungen: Tast-, Temperatur- und Schmerzempfindungen. Wir geben zunächst eine kurze Darstellung derselben von einem Physiologen, der sich mit diesen Verhältnissen eingehend beschäftigt hat.

M. v. Frey nimmt, auf seine Experimente gestützt, drei verschiedene Qualitäten des Gefühlssinnes an: Druck-, Schmerz- und Temperaturempfindungen und schreibt sie drei unterschiedenen Nervenendungen der Haut zu. Manche Hautbezirke empfinden bloß Schmerz (Hornhaut des Auges und die Zähne), andere Schmerz und Temperatur (Randteil der Hornhaut, Bindehaut), andere nur Druck und Temperatur (Mundhöhle); die drei Arten von Gefühlen finden sich an allen übrigen Teilen der Körperoberfläche. Manche Punkte sind besonders gegen Kälte empfindlich, sodaß selbst heiße Reize intensives Kältegefühl hervorrufen (glans). Kiesow u. A. fügen den drei Qualitäten noch ein Berührungsgefühl hinzu, während W. A. Nagel die besonderen Schmerzpunkte nicht für bewiesen hält.[1])

M. Frey hat zunächst über die Druck- und Schmerzempfindungen eingehende Untersuchungen angestellt.

Zur Druckempfindung ist eine bestimmte Belastung erforderlich. Übersteigt dieselbe den Schwellenwert nur wenig, so wird sie nur im Momente des Aufsetzens wahrgenommen; ist der Schwellenwert überschritten, so gesellt sich zur ersten Berührungsempfindung eine entsprechende Druckempfindung, welche Dauer und Ende des Reizes wahr-

1) „Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. S." 1896 1. u. 2. Heft. S. 129 ff.

Digitized by Google

nimmt. Manchmal überdauert die Empfindung den Reiz, wohl wegen einer bleibenden Deformation der Haut. Für den Schwellenwert ist übrigens nicht bloß die Größe der Belastung, sondern auch die Schnelligkeit ihres Einsetzens, sowie die Größe der Reizfläche bestimmend. Mit feinen Reizhaaren findet man, daß die Druckempfindung an bestimmte Druckpunkte geknüpft ist. Dieselben sind an verschiedenen Stellen verschieden dicht gesät und verschieden tief gelegen; die Druckpunkte selbst scheinen alle gleich empfindlich zu sein. An den behaarten Stellen folgen sie den Haarbälgen.

Auch Schmerzpunkte gibt es; doch fallen sie anatomisch mit den Druckpunkten nicht zusammen. Bei sorgfältigem Antasten mittelst Reizhaaren können Schmerzempfindungen ohne alle Druckempfindungen ausgelöst werden. Eine Summation von Druckempfindungen zu einer Schmerzempfindung, wie sie Goldscheider annimmt, gibt es nicht. Merkwürdig ist die ziemlich lange Latenz der Schmerzempfindung. Es kann der Schmerz erst einige Sekunden nach der Reizung eintreten; diese „Verspätung der Schmerzempfindung" ist bei einigen Krankheiten besonders auffällig. Auch Goldscheider hatte schon gefunden: „Drückt man den Kopf einer Stecknadel für einen Augenblick in die Haut, so folgt sehr häufig der dem Reiz zeitlich entsprechenden Druckempfindung nach einem kurzen empfindungslosen Intervall eine zweite, diesmal schmerzhafte Empfindung, welche bald wieder erlischt."

Die Schmerzpunkte (100 auf etwa 1 cm) sind weit zahlreicher als die Druckpunkte, auch enden ihre Fasern, wie es scheint, näher der Oberfläche. Dagegen liegt der Schwellenwert der Schmerzpunkte ca. 1000 Mal höher als der der Druckpunkte; indes ist er bei kleinen Reizflächen viel tiefer. So kommt es, daß bei Berührung mit eckigen, scharfkantigen Gegenständen der Schmerz sich unmittelbar an das Druckgefühl anschließt, während bei Berührung großer glatter Flächen die Schmerzempfindung hinter der des Druckes zurückbleibt.

Als Sitz der Druckempfindung sieht Frey die die Talgdrüsenmündung umspinnenden Nervenkränze an, auf der unbehaarten Haut die Meißner'schen Körperchen, deren Zahl einigermaßen mit der der Druckpunkte stimmt. Die Organe der oberflächlichen Schmerzempfindung sind ihm die intraepithelialen freien Nervenendigungen; die Cornea nämlich, welche bloß Schmerzempfindungen auslöst, besitzt auch nur epitheliale Nervenendigungen. Daher erklärt sich auch die hohe Reizschwelle des Schmerzes; die Epidermis setzt nämlich einer Deformation mehr Widerstand entgegen als die Cutis.

Sowohl Druck- als Schmerzsinn hält der Verf. für chemische Sinne; er glaubt, der mechanische Reiz bewirke in den gereizten Tast-

Digitized by Google

körperchen, sowie in den die Nervenendigungen umgebenden Zellen oder deren Sekreten eine chemische Veränderung, z. B. eine Konzentrationsänderung, welche die Nerven reize.[1])

C. Wernike beobachtete infolge von Rindenläsion in zwei Fällen „Tastlähmung" d. h. Verlust der Fähigkeit, Gegenstände durch Tasten wiederzuerkennen. Die Verletzung betraf das sogen. mittlere Drittel der Zentralwindungen des Großhirns, besonders der hinteren. Damit wäre neben der Brocca'schen Windung für die Bewegungsvorstellung der Sprache und der linken ersten Schläfenwindung für die Klangbilder der Worte ein drittes Vorstellungszentrum in der Hirnrinde festgestellt.[2])

Allgemeines.

Weitaus die meisten Experimente der Psychologen beziehen sich auf die Tastempfindung. Der Tastempfindung kommt die hervorragendste Rolle zu, weil sie mit der wichtigen und schwierigen Frage über die Raumwahrnehmung in nächster Beziehung steht und von den Forschern tatsächlich in Beziehung gesetzt wird. Zur allgemeinen Orientierung in der Frage und über den Stand der neuesten Forschungen auf diesem Gebiete dient in vorzüglicher Weise eine Monographie des Franzosen V. Henri „Über die Raumwahrnehmungen des Tastsinnes", der, selbst ein ausgezeichneter Experimentator, die zahlreichen und zerstreuten experimentellen Untersuchungen der Neuzeit zusammenfaßt, ergänzt, kritisiert, um sodann auch die vielen Theorien über die Raumwahrnehmung zu besprechen und durch eine eigene zu vervollständigen bezw. zu berichtigen.[3])

Der Verfasser, ein Schüler Binet's, dem auch diese Schrift gewidmet ist, hat in Deutschland unter G. E. Müller in Göttingen psychophysische Studien gemacht, und so erklärt sich, daß er dieselbe freilich unter Mitwirkung von Müller deutsch erscheinen lassen konnte.

Das Werk zerfällt in zwei größere Teile, deren ersterer die Tatsachen der Raumwahrnehmung darlegt, der zweite die Theo-

---

1) Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschlichen Haut. Erste Abhandlung: Druckempfindung und Schmerz. In „Abhandlungen der mathem. physik. Klasse der Königl. Sächs. Ges. d. Wissensch." 1896. 23. Bd. Nr. 3. S. 169 bis 266.

2) „Arbeiten aus der psychiatrischen Klinik in Breslau." 1895. 2. Heft.

3) Über die Raumwahrnehmungen des Tastsinnes. Ein Beitrag zur experimentellen Psychologie. Von Dr. Viktor Henri. Berlin, Reuther und Reinhard. 1898.

Digitized by Google

rien über die Raumwahrnehmungen im Gebiete des Tastsinns behandelt und kritisiert. Die bereits von anderen Experimentatoren gebotenen Tatsachen sind kritisch zusammengestellt, zum Teil nachgeprüft, ergänzt, nicht selten verbessert. Wir geben in folgendem in kürze die diesbezüglichen Daten der lehrreichen und interessanten Monographie, um dann etwas ausführlicher die Theorien der Raumwahrnehmung vorzuführen und einer Kritik zu unterziehen.

Zwischen Lokalisation der Tasteindrücke und dem Raumsinne im engen Sinne ist zu unterscheiden; erstere bestimmt die Stelle des Eindruckes, letzterer die räumliche Beschaffenheit des berührenden oder berührten Gegenstandes.

Der Raumsinn im engeren Sinne. Man kann, ohne irgend eine Bewegung zu machen, durch die Haut die Beschaffenheit des berührenden Körpers erkennen. Der einfachste Fall ist der einer zu erkennenden linearen Ausdehnung. Dieselbe muß eine bestimmte Größe haben, um als ausgedehnt wahrgenommen zu werden; diese Größe, die „Schwelle" ist an verschiedenen Körperstellen sehr ungleich; am kleinsten ist sie an der Zunge, den Fingern, den Lippen, am größten am Oberarm, am Oberschenkel. Die Schwelle wird durch Übung verkleinert, durch Ermüdung (geistige) vergrößert, und zwar sind diese Einflüsse am stärksten an Stellen größter Schwellen. Die Einübung einer Hautstelle wirkt auch auf andere Stellen des Körpers. Bei Blinden und bei Kindern ist die Schwelle kleiner. Erkrankungen des Nervensystems, Temperatur, Reizung, Spannung der Haut, innerliche und äußerliche Intoxikationen vergrößern und verkleinern die Schwelle. Eine Distanz erscheint um so kleiner, je größer die Schwelle ist: z. B. eine Distanz von 30 mm erscheint am Vorderarme kleiner als auf der Hand, deren Schwelle kleiner ist als die des Armes. Die Schwelle für eine Linie ist kleiner als für zwei Punkte ohne unausgefüllte Zwischendistanz. Die Schwelle für die Bewegung eines Punktes auf der Haut ist kleiner als die Schwelle für zwei Punkte. Wenn man eine Hautstelle zuerst mit zwei Spitzen berührt, und dann eine Spitze von einem Punkte zum anderen führt, so erscheint die durchlaufene Strecke kleiner als die Distanz der beiden Punkte, und zwar um so kleiner, je schneller die Bewegung. Bei simultaner Berührung mit zwei Spitzen ist die Schwelle viel größer als bei sukzessivem Aufsetzen.

Zwischen den Papillenreihen an den Fingern und der Schwelle besteht die konstante Beziehung, daß letztere mit dem Reichtum ersterer kleiner wird, und daß letztere größer ist, wenn die Spitzen innerhalb einer Papillenreihe aufsetzen, als wenn man mehrere Finger umspannt.

Digitized by Google

Eine Spitze erzeugt manchmal die Empfindung zweier Punkte. (Vexierphänomen.) Diese Trugwahrnehmung scheint hauptsächlich auf Autosuggestion zu beruhen; sie wird durch Erwartung stark beeinflußt. Doch muß sie auch eine anatomische Grundlage haben, denn sie wird bei Rückenmarkskrankheiten und Vergiftungen als Polyästhesie beobachtet.[1])

Kreuzt man zwei Finger übereinander und berührt dann jeden mit einer Spitze, so empfindet man zwar zwei Punkte, aber der rechte wird links und der linke rechts lokalisiert, auch erscheint die Entfernung um so kleiner, je größer sie in Wirklichkeit ist. (Aristotelisches Phänomen.) Seit Aristoteles wußte man, daß, wenn man ein Kügelchen zwischen zwei gekreuzte Finger nimmt, zwei Kügelchen wahrgenommen werden. Hier spielen Raumsinn und Lokalisation ineinander.

Was nun überhaupt die Lokalisation anlangt, so begeht man, da man die Stelle einer punktförmigen Berührung mit dem Finger oder dem Stift bezeichnen soll, meist einen Fehler; diese Lokalisationsfehler sind an verschiedenen Hautstellen verschieden groß, aber überall kleiner als die Schwellen für zwei Punkte an derselben Stelle. Schiebt man ein Zeitintervall zwischen Berührung und Lokalisation, d. h. zwischen der tatsächlichen Berührung und der Frage, welche Stelle berührt worden sei, ein, so wird der Fehler größer, noch mehr bei Ablenkung der Aufmerksamkeit während dieses Intervalls. Soll die Versuchsperson die berührte Stelle nicht mit den Augen bestimmen, sondern auf sie bei geschlossenen Augen mit dem Zeigefinger deuten, so sind die Fehler größer, aber ebenso groß am Finger wie auf dem Vorderarm. Anders sind wieder die Lokalisationsfehler, wenn auf einer Photographie oder einem Modell die Berührungsstelle angegeben werden soll. Darf die Versuchsperson keine Bewegung mit der Hand vornehmen, so stellt sie sich die Lage des Berührungspunktes richtig vor, ist aber manchmal unsicher inbezug auf den Finger selbst, es wird sogar ein falscher Finger angegeben. Beim aristotelischen Versuch zeigt die Versuchsperson am Modell den korrespondierenden Punkt des unberührten Fingers.

Aus der Physiologie und Pathologie sind noch folgende Tatsachen für das Verständnis des Raumsinnes und der Lokalisation von Belang. Ein enthauptetes Tier macht bei Reizung einer Hautstelle Lokalisationsbewegungen mit dem Beine der betreffenden Seite; wird dieses Bein abgeschnitten, so macht es diese freilich ungenauen Bewegungen mit dem andern Beine, woraus der Verf. die rein

1) Wir kommen nochmals darauf zurück.

Digitized by Google

reflektorische (automatische) Natur dieser Bewegungen erschließen zu können glaubt.

Wird ein Nerv des Haut- oder Muskelsinns durchschnitten und oberhalb des Schnittes gereizt, so wird die Empfindung in die periphere Ausbreitung jenes Nerven lokalisiert: das Gesetz der „*exzentrischen Projektion*". Manchmal entstehen so Empfindungsqualitäten, die nie peripher auftreten, und doch werden sie projiziert. Amputierte haben noch nach Jahren Empfindungen in dem fehlenden Gliede. Durch mechanische oder elektrische Reize des Stumpfes werden sie verstärkt, durch Cocaineinspritzung in den Stumpf ausgelöscht. Die Projektion findet in die äußersten Körperteile und die Zehen und die Finger statt. Die Lokalisation stellt den amputierten Körperteil meist *kleiner* vor. In Fällen der Rhinoplastik lokalisiert der Operierte jede Berührung der Nase auf der Stirne. Erst wenn neue Nervenfasern in das transplantierte Hautstück hineinwachsen, wird die Lokalisation richtig; selbst nach einem Jahre werden manchmal noch Fehler begangen.

In Fällen der Nervendurchschneidung kann einige Wochen nach der Operation der Nervennaht die Sensibilität und die Lokalisationsfähigkeit hergestellt werden. In manchen krankhaften Zuständen, namentlich des Gehirns, findet an manchen Hautstellen eine Herabsetzung der Lokalisationsfähigkeit, gewöhnlich auch der Tastempfindlichkeit statt. Letztere kann sich aber auch ändern, und erstere normal bleiben, sowie auch umgekehrt. Bei Hemisektion des Rückenmarks tritt auf der verletzten Seite unterhalb der Wunde völlige Lähmung ein, die Tastempfindlichkeit dagegen ist erhöht, die Schwelle des Raumsinnes und die der Lokalisation sind normal oder verfeinert. Bei Rückenmarkskrankheiten kommt die sogen. *Allochirie* vor. Die Berührung der rechten Seite wird auf der entsprechenden linken Seite lokalisiert.

Der *Nativismus* ist jedenfalls insofern unhaltbar, als er, wie bei *James* und *Stumpf*, *allen* Sinnesempfindungen das Moment der Räumlichkeit immanent sein läßt; beim Gehör trifft dies jedenfalls nicht zu; denn „auditive Raumvorstellungen" sind nicht einmal dem entwickelten Individuum möglich. Nach *O. Külpe* haben zwar die Tastempfindungen Intensität, Qualität, Dauer und Räumlichkeit, die Gesichtsempfindungen besitzen nur Qualität, Dauer und Räumlichkeit, die übrigen sollen der Räumlichkeit entbehren. Dies ist aber inbezug auf Geschmack und Geruch ebenso wenig sicher, als daß der Gesichtswahrnehmung die Intensität abgehen soll.

Sicher ist, daß bei dem Tastsinn und dem Gesichtssinn die

Digitized by Google

Räumlichkeit angeboren sein muß. Der eigentliche Grund für die ursprüngliche Räumlichkeit der Tast- sowie auch der Gesichtswahrnehmung ist die Notwendigkeit, eine Fläche zu betasten, zu sehen; Punkte im strengen Sinne können von uns nicht gefühlt und nicht gesehen werden; es gehört also hier die Räumlichkeit mit zu dem Objekte der Wahrnehmung, beim Tastsinn ist sie der eigentliche Gegenstand.

Die Vertreter des subjektiven Nativismus bedürfen darum hier keiner Widerlegung. Die Räumlichkeit ist ein objektiv Gegebenes. Lotze hat diesen Nativismus übrigens so modifiziert, daß er oft als Empirist bezeichnet wird. Seine Theorie hat eigentlich nur Bedeutung für die Ordnung der Räumlichkeit, was durch die Lokalzeichen geschehen soll.

„Die Lokalzeichen sollen nicht der Seele, die an sich weder Neigung noch Fähigkeit zu räumlicher Anschauung hätte, beide einflößen, sondern sie sollen ihr, die ihrer Natur gemäß zu räumlicher Entfaltung ihres intensiven Inhaltes drängt, Mittel sein, diese ihre allgemeine Vorstellungsweise in Übereinstimmung mit der Natur und dem gegenseitigen Verhältnisse der Gegenstände anzuwenden.“ [1]) „Überall wird das Extensive (der Gehirnerregung) in ein Intensives verwandelt, und aus diesem erst muß die Seele eine neue innerliche Raumwelt rekonstruieren, in welcher die Bilder der äußeren Objekte ihre entsprechenden Stellen finden.“ [2])

Von den genetischen Theorien bedarf die Herbart'sche jetzt keiner eingehenden Widerlegung mehr. Sie beruht auf seiner Vorstellungstheorie, die überhaupt nicht mehr haltbar ist, und wenn sie speziell aus der Umkehrbarkeit einer Vorstellungsreihe die Räumlichkeit ableitet, so verkennt sie erstens das Wesen des Raumes, zweitens läßt sich jene Umkehrung der Glieder einer auch nicht räumlichen Reihe vornehmen: a, a, a, a . . . läßt sich adäquat ohne Veränderung der Glieder umkehren. Dies ist auch der Fall, wenn man einen und denselben Ton immer wiederholt: es ist darum falsch, was Volkmann behauptet, auch die Töne ließen sich wie Gesichts- und Tastwahrnehmungen räumlich auffassen, wenn sie nur in die nötige Reihenfolge gebracht würden.[3])

Lipps leitet die Räumlichkeit der Sinneseindrücke von ihrer Unverschmelzbarkeit bei gleichzeitiger qualitativer Ähnlichkeit her.

„Verschmelzen gleichzeitig vorhandene Töne nicht, so stehen sie

1) Mediz. Psychol. S. 335.
2) Ebend. S. 328.
3) Lehrb. d. Psychol. 4. Aufl. 2. Bd.

Digitized by Google

qualitativ nebeneinander oder entfernen sich qualitativ mehr oder weniger von einander. Dies qualitative Nebeneinander oder Auseinander genügt für ihren gleichzeitigen selbständigen Bestand. Dagegen bedürfen gleichzeitig vorhandene Bewußtseinsinhalte der anderen Sinnesgebiete, wenn sie nicht verschmelzen sollen, eines besonderen verselbständigenden Mediums. Ein solches bietet sich in der Räumlichkeit. Daß dem so ist, daß die Seele verschiedene gleichzeitige Eindrücke des Getasts, Gesichts usw. in ihrer Selbständigkeit zu erhalten vermag und tatsächlich erhält, indem sie dieselben räumlich ordnet, und daß sie dies auf keine andere Weise vermag, oder anders ausgedrückt, daß verschiedene gleichzeitige Eindrücke des Getasts oder Gesichts sich in ihrer Selbständigkeit zu behaupten vermögen, indem sie sich räumlich nebeneinander lagern, und daß sie es nur in der Weise vermögen, dies ist die nicht weiter ableitbare Tatsache, von der wir bei unserer Raumkonstruktion ausgehen müssen." [1])

Dagegen bemerkt Henri, daß diese Raumkonstruktion bereits die Räumlichkeit voraussetzt. Das ist insofern wahr, als niemand, der nicht aus sich weiß, was Raum ist, daraus je zur Kenntnis derselben kommt. Die Theorie gibt uns eine Eigentümlichkeit des Raumes: die Verschiedenheit mehrerer sonst gleicher Eindrücke, also das Außereinander, das ist aber noch nicht das Nebeneinander des Raumes. Es ist aber auch unrichtig, wir müßten es als eine ursprüngliche Tatsache hinnehmen, daß die Seele manche qualitativ gleiche Eindrücke nur durch Räumlichkeit vor der Nichtverschmelzung bewahren könne: es wäre ja möglich, daß die unmittelbare Wahrnehmung des ursprünglich als räumlich, d. h. als neben einander Gegebenen die Verschmelzung verhinderte. Und diese Möglichkeit weist sich als offenkundige Tatsache aus, denn nicht weil und nachdem wir die Unverschmelzbarkeit mancher sonst gleichen Eindrücke erkannt haben, schließen wir auf Räumlichkeit, sondern weil und insofern wir das Nebeneinander mehrerer Eindrücke schauen, sind wir genötigt, sie für (räumlich) verschieden und unverschmelzbar zu erachten.

Übrigens kann man auch ganz unräumliche, abstrackte, qualitativ gleiche Vorstellungen in ihrer Selbständigkeit im Bewußtsein erhalten, ohne sie räumlich zu ordnen.

Nach J. St. Mill und Bain sind es die Muskelempfindungen, welche die Vorstellung der Räumlichkeit vermitteln und zwar erstens die Empfindung des Widerstandes bei der Kontraktion des Muskels, zweitens der Dauer einer Muskelkontraktion, drittens

1) Grundtatsachen des Seelenlebens. S. 475.

Digitized by Google

der Schnelligkeit derselben. Diese verschiedenen Empfindungen führen zunächst zur Vorstellung der Sukzession (Zeit), aus welcher sich die der Koëxistenz (Raum) entwickelt, wenn die Bewegungsvorstellungen mit Tast- oder Gesichtsempfindungen sich verbinden. Bain zeigt dies an einem Beispiele. Wenn wir mit der Hand einen Gegenstand ergreifen, der sich bewegt, und unsere Hand mitbewegen, so haben wir eine Reihe Muskelempfindungen, die mit konstanter Tastempfindung verbunden sind. Wenn wir dagegen den Finger über einen Gegenstand bewegen, so haben wir eine Reihe von Muskelempfindungen, die mit einer Reihe von verschiedenen Tastempfindungen verbunden sind. Die Muskelempfindungen unterscheiden sich in beiden Fällen nur durch die begleitenden Tastempfindungen. Im ersten Falle haben wir Sukzession, im zweiten Koëxistenz einer Muskelempfindung mit einer Tastempfindung, woraus die Raumvorstellung entspringt.[1])

Dagegen hat Stumpf mit Recht bemerkt: „1. Es gibt Fälle wo alle von Bain bezeichneten Momente vorhanden sind, und doch nicht Raum vorgestellt wird", wie bei der Bewegung der Kehlkopfmuskeln bei der Erzeugung von Tönen; „2. Es gibt Fälle, wo nicht alle diese Momente vorhanden sind, und wir doch Raumvorstellung haben"; auch die ruhende Hand nimmt Ausdehnung war.

Henri will diese Einwände nicht gelten lassen und führt Tatsachen dagegen an. Der Hauptfehler der Theorie liegt aber offenbar darin, daß sie Koëxistenz mit Räumlichkeit identifiziert. Allerdings koëxistieren räumliche Teile gleichzeitig außereinander, aber das ist noch kein Nebeneinander. Auch zwei Gedanken können gleichzeitig in einem oder mehreren Geistern existieren, deshalb sind sie noch nicht räumlich geordnet.

Aber auch viele Tatsachen sprechen gegen den Ursprung der Räumlichkeit aus Bewegungsempfindung. Wird die rechte Seite des Dorsalmarkes durchschnitten, so tritt völlige Lähmung des rechten Beines ein, alle Bewegungsempfindungen desselben fehlen, der Kranke weiß nicht, wie es liegt, ob es gebogen oder gestreckt ist. Dagegen ist der Raum- und Ortssinn des Beines erhöht. Die Theorie erklärt weiter nicht, warum die Distanz einer Linie und die zweier Punkte an derselben Hautstelle verschieden empfunden wird. Sie erklärt nicht das Aristotelische Phänomen, nicht die Erscheinungen bei Transplantation der Haut. Die Verschiedenheit der Empfindlichkeit verschiedener Hautstellen ließe sich wohl durch die häufigere Bewegung derselben erklären; und tatsächlich sind auch die am meisten bewegten Teile

1) Senses and Intellect. p. 198.

Digitized by Google

die empfindlichsten. Aber das beweist bloß für die Verschärfung der Empfindlichkeit durch Übung; dagegen die oben erwähnte Distanzschätzung sowie die Unterschätzung der Distanz am Vorderarme gegenüber der Überschätzung derselben an der Hand wird damit nicht erklärt, sondern bleibt ganz unverständlich.

Etwas abweichend gestaltet sich die sogen. Theorie der psychischen Chemie von Hartley, Steinbuch, Donders und Wundt. Letzterer stellt sich ausdrücklich in die Mitte zwischen Nativismus und Empirismus, und also in einen Gegensatz zu beiden Theorien.

„Zwischen der angeborenen Form und der empirischen Vorstellung gibt es ein Mittleres: die Entstehung eines psychischen Produktes durch die Verwirklichung ursprünglicher Bedingungen der psychischen und geistigen Organisation." [1])

Diese inneren Bedingungen sind bei den Raumvorstellungen die „Verschmelzungen" der Bewegungsempfindungen mit den Tast- (und ebenso mit den Gesichts-) Empfindungen. Diese liefern wie bei einer chemischen Verbindung ein von den Ingredienzen verschiedenes neues Produkt: die räumliche Ordnung. Nun hat aber auch jede Tastempfindung ein Quale, ein Lokalzeichen.

„Jedes tastende Glied tritt nun mit einer bestimmten Hautprovinz in Reflexverbindung. Die lokalen Unterschiede der Empfindung werden infolgedessen mit bestimmten Bewegungsempfindungen verknüpft werden, so daß für jede Hautprovinz ein, wenn auch vielleicht beweglicher, Mittelpunkt existiert, auf den alle benachbarten Empfindungen bezogen werden. Es treten dann aber ferner die einzelnen Hautprovinzen mit einander in Verbindung, und durch diese erst, durch die gegenseitige Verknüpfung der anfangs auseinanderfallenden Empfindungssysteme, wird die ganze Empfindungsmasse der Haut in ein System vereinigt." [2])

Der Hauptfehler dieser Theorie liegt wohl darin, daß sie den Gesichts- und Tastempfindungen die ursprüngliche Räumlichkeit abspricht. An Tatsachen führt Henri das Aristotelische Phänomen an: man weiß durch Bewegungsempfindungen, daß die Finger gekreuzt sind, und lokalisiert doch falsch. Ferner spricht dagegen die Bewegungsunfähigkeit der Glieder bei erhöhter Tastempfindlichkeit und normaler Lokalisationsschärfe in gewissen Krankheiten.

Der eigentliche Erfinder der Lokalzeichen ist Lotze; die englischen Empiristen, auch Wundt und sein Schüler Külpe, haben sie modifiziert, z. B. sie mit Bewegungsempfindungen oder Impulsen

1) Logik I. S. 509.
2) Menschen- und Tierseele. 2. Aufl. S. 173.

Digitized by Google

identifiziert. Lotze findet sie in der Eigentümlichkeit der Struktur der Haut. Der Reichtum an Nervenfasern spielt dabei eine wichtige Rolle, sodann die Irradiation des Eindrucks auf benachbarte Hautstellen. Nach Lotze enthält jede einzelne Hautstelle in ihrer beständigen Struktur Motive, um deren willen sie gleiche Eindrücke anders als die übrigen Stellen in sich verarbeitet.

„Jede Erregung muß vermöge des Punktes im Nervensystem, an welchem sie stattfindet, eine eigentümliche Färbung erhalten, die wir mit dem Namen ihres Lokalzeichens belegen wollen." [1])

Es ist aber doch schwer einzusehen, worin diese qualitative Verschiedenheit der verschiedenen Eindrücke bestehen soll; das Bewußtsein sagt uns nicht das Mindeste von solcher Verschiedenheit: an allen Hautstellen ist qualitativ derselbe Tasteindruck vorhanden. Die qualitative Verschiedenheit müßte auch ins unendliche gehen, da wir an unendlich vielen Hautstellen empfinden und die Örtlichkeit derselben unterscheiden können.

Jedenfalls erklärt die Theorie nicht alle tatsächlichen Erscheinungen, wie Henri bemerkt. Die Lokalzeichen bilden ein Kontinuum und gehen allmählich in einander über. Darnach müßte die Schwelle für die Wahrnehmung einer kleinen Linie größer sein als die zweier diskreter Punkte bei simultaner Berührung. Das Gegenteil ist der Fall. Ferner erklärt die Theorie nicht, warum bei Kreuzung der Finger die Berührung eines Punktes des einen Fingers an der korrespondierenden Stelle des anderen lokalisiert wird.

Unter den Psychologen am weitesten verbreitet ist immer noch die von J. Müller und E. H. Weber aufgestellte Theorie der „Empfindungskreise."

Jeder Nervenast sendet eine Zahl von Nervenzweigen auf einen kleinen Hautbezirk aus. Berührt man einen Punkt dieses Hautbezirkes (Empfindungskreises), so erhält man eine Empfindung, die an einem und demselben Orte lokalisiert wird; bei Berührung zweier Punkte eines Empfindungskreises wird nur ein Punkt empfunden. Erst wenn die Distanz der Zirkelspitzen so groß ist, daß zwei Empfindungskreise getroffen werden, werden zwei Punkte empfunden; damit ein Intervall zwischen den zwei Punkten empfunden werde, müssen unberührte Empfindungskreise dazwischen liegen. Die Größe und Gestalt der Empfindungskreise ist an verschiedenen Stellen verschieden; daher die Verschiedenheit der Schwelle an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Richtungen. — Einige Modifikationen erfuhr die Theorie von Meißner und von Czermak.

Die Histologie lehrt aber, daß jede Hautstelle von Nervenfasern

1) Mediz. Psychol. S. 331.

Digitized by Google

versorgt wird, die von verschiedenen Nervenästen kommen; sie erklärt nicht das Aristotelische Phänomen, nicht die Beobachtungen über die Empfindung von linearen Ausdehnungen auf der Haut usw.

Henri will selbst keine eigentliche Theorie geben, dafür scheint das Beobachtungsmaterial nicht hinreichend. Folgendes hält er aber doch für wahrscheinlich.

Bei der Berührung eines Punktes der Haut fahren wir unwillkürlich mit dem Finger nach der berührten Stelle. Da nun auch schon an Kindern deutlich dasselbe beobachtet wird, so muß diese Tendenz zur Betastung der gereizten Hautstelle angeboren sein. Es muß also im Rückenmarke, von dem, wie enthauptete Tiere zeigen, solche reflektorische Bewegungen ausgehen, eine anatomisch-physiologische Einrichtung bestehen, infolge derer ein peripherer Reiz reflektorische Bewegungen des Tastorgans nach der gereizten Stelle hin hervorruft. Das gibt aber erst eine unvollkommene Lokalisation. Sie wird genauer durch die tastende Berührung des Fingers. Ganz automatisch bewegen wir den Finger so lange, bis er die gereizte Stelle trifft. Das Kind macht diese Bewegung planlos nach allen Richtungen; durch Übung kommen wir dazu, sicherer nach dem gereizten Punkte hin die Bewegungen auszuführen. Aber wie erkennen wir, daß der Finger die gereizte Hautstelle getroffen hat? Am einfachsten dadurch, daß der Finger das reizende Objekt, welches er durch die Berührung entfernen will, wirklich beseitigt. Oder wenn dies nicht möglich, wie wenn der Reiz aufgehört hat, erkennt er, daß die richtige Hautstelle noch nicht getroffen ist, daran, daß die Fingerberührung und die äußere Reizwirkung sich nicht decken. Wenn sodann der kompliziertere Fall betrachtet wird, wo das Individuum willkürlich seine Aufmerksamkeit der Tastempfindung zuwendet, können Gesichtsbilder von der berührten Stelle, Assoziationen und andere sekundäre Hilfsmittel die Lokalisation erleichtern.

Richtet das Individuum seine Aufmerksamkeit auf die räumliche Beschaffenheit des Eindruckes, und fehlen alle Bewegungen, so ist bei Berührung eines Punkes die Unterscheidung von spitz und stumpf sehr leicht; erstere Empfindung ist etwas schmerzhaft, letztere geht auf etwas Größeres mit verschwommenen Grenzen. Was die Wahrnehmung linearer Ausdehnung anlangt, so kann man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß es für jede Hautstelle besondere anatomische und physiologische Einrichtungen gibt, von denen die Leichtigkeit und Genauigkeit der Wahrnehmung der linearen Ausdehnung abhängt. — Mit Hilfe dieser Voraussetzungen sucht dann Henri alle Erscheinungen auf dem Gebiete des Raumsinnes der Haut zu erklären.

Digitized by Google

Im Grundgedanken stimmen wir dem Verf. bei, insofern er nämlich dem Empirismus und dem Nativismus berechtigte Momente zugesteht; nur müssen wir dem Nativismus noch größere Zugeständnisse machen als er tut. Es kann keine befriedigende Erklärung von der Raumwahrnehmung gegeben werden, wenn nicht irgend welche Anfänge derselben ursprünglich vorhanden sind Jedoch die genauere Bestimmung der Räumlichkeit und Örtlichkeit kommt durch Übung und Erfahrung. Wir müssen aber dem Nativismus noch weitgehendere Zugeständnisse machen; jedenfalls ist die empiristische Erklärung der Lokalisierung Henri's unzureichend. Wir haben räumliche Wahrnehmung am Rücken und anderen Körperteilen, welche niemals mit dem Finger berührt oder gesehen werden können. Daß die Lokalisation und Distanzschätzung daselbst unvollkommen ist, beweist den Einfluß der Erfahrung auf die räumliche Wahrnehmung; aber zugleich leuchtet ein, daß wir irgend welche Lokalisations- und Raumwahrnehmungsfähigkeit ursprünglich ohne alle Übung besitzen.

Beides ist aber auch nicht schwer zu begründen. Eine ursprüngliche mit dem ersten Sehen und Betasten gegebene Raumwahrnehmung ist absolut notwendig; denn wir können nur Ausgedehntes sehen und fühlen. Ob man überhaupt einen mathematischen Punkt sehen oder fühlen kann, mag dahingestellt bleiben, tatsächlich ist es immer eine Fläche oder ein Körper, der leuchtet oder auf die Hautnerven einen Druck ausübt. Farbenwahrnehmung, Kälte-, körperliche Schmerzensempfindung ist ohne Ausdehnung der Farbe und des affizierten Körperteiles gar nicht denkbar.

Aber auch die ursprüngliche Lokalisationsfähigkeit der Seele ist leicht verständlich, wenn man bedenkt, daß die Seele keinen einfachen Punkt im Körper einnimmt und nicht einnehmen kann, sondern einen ausgedehnten Teil des Körpers belebt, bezw. denselben ganz informiert. Bei dieser Annahme, welche aus den von der Seele abhängigen Lebenstätigkeiten aller Teile des Körpers sich mit Notwendigkeit ergibt, geht bei der Berührung eines Körperteiles nichts der Seele Fremdes, Äußerliches, vor, sondern die durch die Berührung ausgelöste Empfindung findet, wenn auch vielleicht zunächst unbewußt, in der Seele selbst an der berührten Stelle statt. Sie braucht also nicht zu lernen, zu schließen, wo der Eindruck herkommt, wie es diejenigen ihr zumuten müssen, welche sie im Gehirn oder einer Partie desselben sitzen lassen, sondern die Stelle des Eindruckes ist ihr unmittelbar gegenwärtig. Da sie nun freilich nur mit Hilfe der Nerven empfinden kann, wird die Lokalisation von dem Reichtum und der Ausbreitung der Nerven abhängen. Es wird auch

Digitized by Google

durch die Übung und die Erfahrung die ursprüngliche, mit der anatomischen Einrichtung bereits gegebene aber unvollkommene Lokalisation immer genauer und schärfer werden. Daß Übung und Erfahrung zumeist auf psychische Momente, auf Schärfung der Aufmerksamkeit, Unterscheidung zurückzuführen sind, stellt sich durch die Forschungen der experimentellen Psychologie immer deutlicher heraus.

Kommen wir nun zu den Detailforschungen.

Der Tastsinn.

Die unmittelbarsten vom Reize getroffenen Tastorgane sind die sogn. Tastkörperchen. Über dieselben haben M. v. Frey und Kiesow spezielle Untersuchungen angestellt.

Die Tastkörperchen haben keine rein mechanische Bedeutung, etwa um die Reizeinwirkung zu verstärken, sondern diese setzt sich wohl in ihnen in chemische Tätigkeit um. Es wurde vorzüglich die Bedeutung der Größe der Reizfläche zum Zustandekommen der Tastempfindung untersucht. Als Optimum der Reizfläche ergab sich 0,4 mm der Kreisfläche von $^1/_2$ mm Durchmesser. Von da steigt der zur eben merklichen Empfindung nötige Druck bei Vergrößerung der Kreisfläche nur sehr langsam, bei Verkleinerung sehr rasch empor. Ersteres erklärt sich aus der sehr langsam erfolgenden Verminderung des Druckgefälles im Innern der Haut, letzteres von dem weiten Abstande der Tastkörperchen von der Oberfläche, weshalb sie von sehr umschriebenen und entsprechend seichten Deformationen der Haut nicht mehr getroffen wird. Man kann darum die Annahme machen, „daß für die Erregung eines Tastkörperchens das Vorhandensein eines gewissen Druckgefälles an dessen Orte die notwendige Voraussetzung ist." Um auch größere Flächen mit Sicherheit abzutasten, dient die unregelmäßige Gestaltung der Tastflächen und große Beweglichkeit derselben. Auch zur Betastung kleiner Flächen und feinerer Details dient wieder die Beweglichkeit der dazu dienenden menschlichen Glieder. Eine sehr wichtige Funktion spielen dabei die Haare der Haut, welche sozusagen den allgemeinen Tastapparat repräsentieren; sie übertragen (vergleiche die schallleitenden Teile des Ohres oder den dioptrischen Apparat des Auges) den äußeren Reiz in das Innere der Cutis. „Die innere, das Haar berührende Fläche des Haarbalges stellt die unveränderliche Deformationsfläche dar, während die Nervenausbreitung an die äußere Fläche unmittelbar herantritt. Da nun gerade hier der Haarbalg seine dünnste Stelle hat (das collum folliculi pili), so ist bei keinem anderen Tastorgane der Abstand zwischen Deformationsfläche und Nervenausbreitung so

Digitized by Google

gering wie hier. Die Bedingungen für die Aufnahme schwacher Reize sind also besonders günstig." Die Tastflächen der Hände und Füße sind hierin ungünstiger gestellt wegen der größeren Entfernung der Tastkörperchen von der Oberfläche: doch überträgt dafür die schwer zu deformierende Epidermis den oberflächlichen Druck ungeschwächter auf die Cutis, und die Endapparate stehen hier viel dichter zusammen. Auf eine Verkleinerung der Reizfläche wirken auch die starken Wölbungen der Tastballen, sowie die Papillenreihen der Cutis mit den ihnen entsprechenden Epithelleisten. Ebenso ist die Zunge stark gewölbt und mit gedrängten Papillen besetzt; diese Gebilde haben aber gerade die oben als optimal bezeichneten Dimensionen.[1])

An der Zungenspitze, an den Fingerspitzen ist die Tastempfindlichkeit sehr groß, am Rücken gering; hier müssen zwei Zirkelspitzen ziemlich weit (54,1 mm) auseinander gehalten werden, um als zwei gefühlt zu werden, dagegen empfindet die Zungenspitze den kleinsten Abstand (1,1 mm) zweier Berührungspunkte.

Daneben kommt freilich noch die entgegengesetzte Erscheinung vor. Der sog. „Vexierfehler" besteht darin, daß bei der Berührung eines Punktes der Haut mit einer Spitze zwei Punkte empfunden werden. Wundt, G. E. Müller erklären die Erscheinung rein physiologisch durch eine Art Überstrahlung von einem Nervenende zum andern, Fechner u. a. rein psychologisch als Täuschung.

Nach genaueren Untersuchungen fanden V. Henri und G. Tawney, „daß die Wahrnehmung zweier Punkte bei der Berührung eines Punktes der Haut zunächst von physiologischen Bedingungen (wahrscheinlich den Nervenverbindungen des berührten Punktes) abhängt, daß sie aber durch psychische Vorgänge, wie Wissen und Erwartung, beeinflußt wird."[2])

„Die ganze sogen. Einübung scheint hiernach nichts anders zu sein, als ein Prozeß, wodurch ein Autosuggestionsverfahren im Bewußtsein der Versuchsperson sich abspiegelt. Die Trugwahrnehmung zweier Punkte (statt eines), der sogen. Vexierfehler, erscheint in diesem Falle als ein Produkt der durch ‚Einübung hergestellten Autosuggestion'. Den beiden Klassen von Versuchspersonen scheint die Autosuggestion schließlich durch Abstraktion von dem objektiven Eindruck und seinen Gesichtskomplikationen, sowie durch die Absicht, die Schwelle so klein und genau als möglich zu machen, vorbereitet zu sein." „Aus diesen

1) Über die Funktion der Tastkörperchen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1899. 20. Bd. S. 126 ff.

2) Philos. Studien von Wundt 1895. 3. Heft. S. 394 ff. Vgl. auch V. Henri, Über die Raumwahrnehmung des Tastsinnes. S. 66.

Digitized by Google

Versuchen wird ersichtlich, daß das scheinbare Erkennen der Zweiheit und der Richtung zweier Punkte, sowie des Unterschiedes zwischen einem Punkt und einer Linie bei minimalen Distanzen größtenteils eine Sache der Autosuggestion ist. Man kann aber nicht behaupten, daß es ausschließlich so sei, weil der vorbereitende Einfluß einer diffusen Irradiation (Ausbreitung) des Reizes sich immerhin noch nachweisen läßt. Was die Irradiation aber nicht zu erklären vermag, das ist die Punktförmigkeit, die Linienartigkeit und die Zweiheit der Empfindungen bei minimaler Distanz der Spitzen. Bei den kleineren Entfernungen der Spitzen, die unter der Schwelle liegen, scheinen diese der Versuchspersonen erscheinenden Eigenschaften des Reizes fast, wenn nicht ausschließend, aus reiner Autosuggestion zu entstehen." [1])

Es kommt aber auch die geradezu entgegengesetzte Erscheinung vor: zwei Empfindungen durch eine Reizung der Haut ausgelöst.

Der Verschmelzung zweier Hautreize bei sehr geringer Entfernung der Hautstelle in eine Empfindung steht gegenüber das entgegengesetzte Phänomen, daß ein Reiz zwei Empfindungen erzeugt. Gad und Goldschmidt erklärten diese von ihnen beobachtete Erscheinung durch zentrale Ursachen bedingt. T. Thunberg hat sie genauer untersucht. Die beiden Empfindungen traten nicht genau gleichzeitig auf. Bei thermischen Reizen betrug die Zwischenzeit 0,87", bei Stichreizen 0,96". Es macht einen Unterschied, ob die Reize stark oder schwach sind. Die Reaktionszeit ist bei stärkeren Reizen viel kleiner.

Thunberg erklärt nun die Doppelempfindung gegen Alrutz, der die beiden Empfindungen verschiedenen Nerven mit verschiedener spezifischer Energie zuschreibt, folgendermaßen. Schwache Reize wirken durch einen wahrscheinlich chemischen Zwischenprozeß. Derselbe verläuft an den durch spezielle Lage ausgezeichneten Nervenenden. Bei schwachen Reizen bleibt eine längere Latenzzeit. Bei starken Reizen wirkt, sogleich ohne Zwischenprozeß, der Reiz direkt. Das gibt die erste Empfindung. Aber der Zwischenprozeß fehlt auch hier nicht: er bewirkt eine verspätete Empfindung.[2])

Genauere Untersuchungen über die Tastempfindlichkeit der Haut hat auch G. Sergi angestellt, welche in der „Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane" mitgeteilt werden.

---

1) Philos. Studien von Wundt 1897. 2. Heft. Guy A. Tawney, Über die Wahrnehmung zweier Punkte mittelst des Tastsinnes mit Rücksicht auf die Frage der Übung und die Entstehung der Vexierfehler. S. 163.

2) Skandin. Archiv f. Phys. 1902. Vergl. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1903. 31. Bd. S. 438 ff.

Digitized by Google

In der Verbesserung der Versuche Blochs fand der Verfasser, „daß das zwischen einer Tastempfindung und der andern gefühlte Intervall veränderlich ist, je nach den verschiedenen Punkten der Hautoberfläche". Es können Hautreize noch unterschieden werden, die bloß eine Tausendstel-Sekunde von einander abstehen. Die empfindlichsten Teile der Haut sind die Fingerspitzen auf der Volarseite. „Viele Teile der Haut geben zwar eine bestimmte Tastempfindung, geben sie aber nicht so klar und deutlich wie die Fingerspitzen." Das Minimum der Energie des noch wahrnehmbaren Reizes ist veränderlich für verschiedene Punkte der Haut. „Bei den successiven isochronen Reizen, wie denen der Stimmgabel, ist die einheitliche Empfindung, welche etwa daraus hervorgeht, nicht die Wirkung der Fusion der Eindrücke durch ihre Nachdauer, sondern die Wirkung der Unempfindlichkeit gegen schwache Stöße, daher wird die Spitze gleichsam als feststehend empfunden wenn sie in unmittelbarem Kontrakt mit der Haut steht." „Bei den eigentlichen Tastempfindungen scheint keine Nachdauer der Eindrücke zu bestehen, wenn die Reize begrenzt und hervorgerufen sind von einer stumpfen Spitze; auch scheint keine Summation kleiner Eindrücke zu einem einzigen Effekt stattzufinden, wie bei einigen andern Sinnen und für die Haut auch bei elektrischen Reizen konstatiert ist. Diese Phänomene treten dagegen ein, wenn man die Tastempfindung in Druckempfindung umgewandelt hat."

Ch. E. Ingbert[1]) fand den Hautbezirk den eine Nervenfaser zu versehen hat durchschnittlich:

1,08 qmm am Kopf und Hals,
1,03 „ „ Arm.
2,45 „ „ Bein,
3,15 „ „ Rumpf,
2,05 „ durchschnittlich am ganzen Körper

F. Kiesow handelt,[2]) „Über die Tastempfindlichkeit der Körperoberfläche für punktuelle mechanische Reize"

„Es ergaben sich folgende Verhältnisse: Rücken (mit durchschnittlichem Schwellenwert 3 mm) 1, Fingerbeeren der linken Hand 3, Mitte des unteren Lippensaumes 50, Zungenspitze (mit 0,05 Schwellenwert) 60," Resultate, welche mit denen von E. H. Weber auffallend übereinstimmen. Flächenhafte, elektrische Reize würden andere Resultate ergeben.

1) On the density of cutaneous innervation in man. Journ. of Compar. Neroulogy 1903, 209--222. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1905. 38. Bd. S. 310.
2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1904. 34. Bd. S. 234.

Digitized by Google

J. F. Messenger[1]) fand, daß zwei Punkte auf verschiedenen Fingern derselben Hand oder auch verschiedener Hände leichter unterschieden werden, wenn die Finger soweit als möglich von einander entfernt sind. Manche Personen meinten, die Berührung liege zwischen 1 und 2 Punkten. Wenn er von zwei weit entfernten Punkten ausging und sie nacheinander näherte, nahm er kleinere Differenzen wahr; bis auf einen einzigen Punkt wurden dadurch in 60—70 % der Fälle zwei Punkte wahrgenommen. Dies beweist jedenfalls den starken Einfluß des Urteils.

Über den Ortssinn der Haut hat M. v. Frey[2]) neuere von den bisherigen Anschauungen abweichende Forschungen veröffentlicht.

Sowohl die E. H. Weber'schen als auch die Meißner-Cerzmac'schen Empfindungskreise verwirft er, da dieselben sich auf die anatomische Ausbreitung der Hautnerven, die uns gar nicht bekannt ist, stützen. Nicht die Verteilung der Tastnerven ist maßgebend, sondern die Endapparate in der Haut, welche zunächst die Reize aufnehmen, und deren Verteilung auch experimentell an Lebenden wie anatomisch an Leichen nachgewiesen werden kann. Als solche Endorgane haben die Meißner'schen Tastkörperchen und die Nervenkränze der Haarscheiden zu gelten. Die mit Tastkörperchen ausgestatteten Hautflächen zeichnen sich durch feine Lokalisationsfähigkeit und Ausdauer aus, während die behaarten Hautflächen leichter ermüden und eine stumpfe Lokalisation haben. Die Haare spielen bei der Übertragung der Reize ungefähr dieselbe Rolle, wie das Mittelohr bei der Schallübertragung.

Jedem Nervenende kommt ein besonderer Raum- oder Ortswert zu. Jedes Nervenende wird von jedem andern unterschieden, wenn 1° die Reize auf die gewählten Nervenenden beschränkt bleiben; wenn 2° die Reize eine nicht zu geringe und für beide Orte möglichst gleiche Intensität besitzen und 3° wenn beide successiv gereizt werden. In letzterer Beziehung darf die Zwischenzeit nicht zu kurz und nicht zu lang sein, am günstigsten ist 1″. Kleinere Abstände als die Entfernung zweier Nervenenden werden nicht mehr empfunden: die Bezirke von je einem der Tastnervenenden bilden also wohl die anatomische Grundlage des Ortssinns.

---

1) Perception of number through touch, Harward Psych. Studies 1, 123—144. 1903.

2) Über den Ortssinn der Haut." Sitzungsber. der physik.-mediz. Gesellsch. zu Würzburg. 9. Nov. 1899.

Digitized by Google

Soll auch die Richtung der successiven Reize erkannt werden, so muß die Distanz mehrfach vergrößert werden, bei simultaner Reizung muß der Abstand 50—100 Mal größer genommen werden, also vielfach größer als die Maximalwerte Weber's.

Woher diese Verschiedenheit? Die große Verschiedenheit der Raumschwellen, wie sie sich bei successiver und simultaner Reizung ergibt, führt Frey auf den Unterschied von peripherer und zentraler Erregung zurück.

Genauere Angaben über die Simultanreizung gibt A. Brückner.

Auch nach ihm ist die „Simultanschwelle" viel größer als die Successivschwelle, was nach v. Frey in den zentralen Einflüssen seinen Grund hat. Oberhalb der unteren Grenze der Raumschwelle (ca. 20 mm) bestehen große Schwankungen. Es können aber noch bei 62 mm Entfernung Verschmelzungen stattfinden, und sogar bei Summation gegenseitige Verstärkung, die aber auch bei Erkennung der Doppelreizung beobachtet wird. Der Abstand ist für die „Disparation" von geringerer Bedeutung als die Stärke der Reize, sie ist leichter in der Queraxe als in der Längsaxe des Unterarmes. Auch unmerkliche Doppelreize können sich zu einem merklichen verstärken, in den unmerklichen gibt es eine Abstufung der Stärke.[1])

Über Successivreizung haben M. v. Frey und R. Metzner Untersuchungen angestellt:[2])

„1. An Körperstellen, an denen isolierte Erregung einzelner Tastpunkte möglich ist, werden benachbarte Tastpunkte bei successiver Reizung stets als verschieden erkannt, geeignete Versuchsbedingungen vorausgesetzt. Die Successivschwelle, d. i. die kleinste Entfernung, in der irgend zwei auf der Haut gesetzte Reize noch als verschieden erkannt werden können, wird der Entfernung benachbarter Tastpunkte merklich gleich zu setzen sein. 2. Die Unterscheidung benachbarter Tastpunkte geschieht am leichtesten, wenn das Intervall der beiden Reize $^4/_3$" beträgt. Auch die Stärke der Reize ist von Bedeutung. 3. Die Unterscheidung zweier Punkte ist zunächst eine rein qualitative, welche weiterhin zu einer Lagebestimmung führen kann; letztere ist aber wesentlich schwieriger und unsicher. Die Unterscheidbarkeit kann daher nicht auf Lokalzeichen im Sinne Lotze's beruhen. Wir bezeichnen die qualitative Eigentümlichkeit in der Empfindung jedes Tastpunktes

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. Bd. 28. S. 33. „Die Raumschwelle bei Simultanreizung."

2) Die Raumschwelle der Haut bei Successivreizung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1902. 29. Bd. S. 161.

Digitized by Google

als ein Merkzeichen und nehmen an, daß aus diesen und anderen Bestimmungsgliedern sekundär die Lagebestimmung hervorgeht. 4. Die kleinste Entfernung zweier Reize, bei der ihre Lagebeziehung mit Sicherheit erkannt werden kann, die sogen. Richtungsschwelle, ist ungefähr doppelt so groß wie die Successivschwelle."

Über den Grund der *größeren Raumempfindlichkeit* mancher Hautstellen hat die Amerikanerin M. *Floy Washburn* Versuche angestellt und in einem Aufsatze der Philosoph. Studien:[1]) „Über den Einfluß der Gesichtsassoziationen auf die Raumwahrnehmung der Haut" mitgeteilt. Sie berichtet darüber:

In Bezug auf die Raumempfindlichkeit der Haut hat man bis jetzt gefunden: 1) Die Genauigkeit der Lokalisation taktiler Eindrücke, welche durch die Auffassung der Entfernung zweier punktueller Reize gemessen wird, variiert an den verschiedenen Hautstellen. 2) Dieselbe variiert bei den verschiedenen Individuen. 3) Sie ist bei den Blinden größer als bei Sehenden. 4) Sie ist bei Kindern größer als bei Erwachsenen.

Zur Erklärung der größeren Empfindlichkeit hat man 1° einen Reichtum der Nervenendungen an den betreffenden Stellen in Verbindung mit der Lehre von den Lokalzeichen angenommen. 2° Die Übung, welche auch erklärt, daß gerade die beweglichen Körperteile die empfindlichsten sind. Verfasserin nimmt ein drittes Prinzip, die *Gesichtsassoziationen* zu Hilfe. Wenn die Lokalisationsfähigkeit für eine Körperstelle bestimmt werden soll, entwirft der Befragte eine Art Karte von jener Stelle, wenigstens eine unbestimmte Reproduktion der Gestalt und Größe früherer Gesichtseindrücke, und bei der Lokalisation der vom Experimentator berührten Stelle macht er von dieser Karte Gebrauch. Daher erklärt sich z. B., daß man horizontale Entfernungen auf der Haut leichter beurteilt als vertikale. „Gewisse Hautstellen assoziieren sich leichter und lebhafter mit Gesichtsbildern als andere." Die Überlegenheit der Kinder erklärt sich daraus, daß ihre Gesichtsflächen sämtlich kleiner sind. Die Versuche ergeben, daß die Schätzung taktiler Eindrücke sich um so mehr der objektiven und vorherrschend durch den Gesichtssinn wahrgenommenen Distanz nähert, je mehr dieselbe mit der Fähigkeit der Übertragung in Gesichtsvorstellungen verbunden ist."[2])

---

1) 1895. 11. Bd. S. 190.

2) Nach *H. Henri* ist die Lokalisationsfähigkeit von dem Raumsinn der Haut unabhängig. Vergl. Über die Raumwahrnehmung des Tastsinnes, 1898. S. 158.

Digitized by Google

Über die Lageempfindungen der Haut haben Kramer und Moskiewicz[1]) Untersuchungen angestellt.

Von wesentlicher Bedeutung für die Genauigkeit der Reproduktion fixierter Punkte erwies sich die Lage des zu reproduzierenden Punktes zum Körper. „Einer wirklich genauen Reproduktion sind wir überhaupt nur fähig im Bereich eines Feldes, in dem unsere Hand sich vorwiegend zu bewegen gewohnt und daher genauer abgemessene Bewegungen auszuführen im Stande ist." Die Größe der zu durchlaufenden Strecke ist von Einfluß auf die Genauigkeit ihrer Reproduktion. „Die Unterschiedsempfindlichkeit steht in direktem Verhältnis zur Größe der Bewegung, eine Tatsache, ganz in Übereinstimmung mit der Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes, z. B. beim Augenmaß, steht." Auch bei der Bewegung ist die Lage der Strecke zu unseren Armen maßgebend für die genaue Beurteilung. Mit der linken Hand wurden weit größere Strecken zurückgelegt als wie für gleicherachtete der rechten. Das kommt daher, daß die rechte Hand geschickter ist, also feinere Unterschiede der Bewegung wahrnimmt als die linke.

Über die Flächenempfindung in der Haut haben zwei Damen, Helen C. Thompson und Kathar. Sakijew unter Leitung A. Königs Experimente angestellt.

Erstere hatte schon früher gefunden, daß, wenn man Korkstückchen von verschiedener Größe mit gleichen Bleigewichten beschwert und auf die Haut legt, das kleinere schwerer gehalten wird, wurde aber das Gewicht der Größe des Blättchens proportional gemacht, so erschienen die kleinsten leichter als die größeren, woraus sie folgerte: 1. „Wenn auf zwei verschieden großen Flächen an derselben Stelle des Körpers eine gleich starke Druckempfindung hervorgerufen werden soll, so sind die dazu erforderlichen Belastungen weder dem absoluten Gewichte nach gleich, noch proportional der Größe der Fläche, sondern sie liegen zwischen diesen beiden Größen. 2. Die Empfindung der Größe wird beeinflußt durch die Größe des auf der Fläche lastenden Gewichtes."

Die neuen Versuche lehrten nun: 1. „Auf die Unterschiedsempfindlichkeit der Haut für die Größe sie berührender Fläche übt eine Veränderung des Berührungsdruckes zwischen den Grenzen von 20—250 g nur einen geringen Einfluß aus, so lange die beiden zu vergleichenden Flächen mit demselben Druck aufgelegt werden. Die absolute Unterscheidungsfähigkeit der Haut für die Größe sie berührender Fläche ist an allen im Tasten geübten Stellen des Körpers beinahe die gleiche.

1) Beiträge zur Lehre von den Lage- und Bewegungs-Empfindungen. Zeitschr. f. Psychol. und Phys. d. S. 25. Bd. S. 101.

Digitized by Google

3. Das Urteil über die Verschiedenheit der Größe zweier die Haut berührenden Flächen ist selten auf einfache Flächenempfindung gegründet, sondern auch auf Druckempfindung, Spannung der Haut ..."[1]).

Interessante Experimente hat Haywood J. Pearce[2]) „Über den Einfluß von Nebenreizen auf die Raumwahrnehmung", angestellt.

Die Frage war: „Welchen Einfluß auf die normale räumliche Entfernung eines gegebenen Reizes hat ein zweiter Reiz gleichen Charakters, ein sogenannter Nebenreiz, wenn die beiden Reize gleichzeitig oder nacheinander gegeben werden?" Versuche des Verf.'s in Chicago ergaben:

„1. Bei Lokalisierung eines einfachen Reizes, ob Tast-, Gesichts- oder Gehörreiz, wird ein Fehler in der Richtung des Punktes begangen, auf welchen die Aufmerksamkeit gelenkt war, als der Reiz eintrat. Dieser Fehler wächst mit der Entfernung des Reizes von dem Gegenstande der Aufmerksamkeit. Bei der Lokalisierung des Tastreizes auf dem Vorderarm ist der Gegenstand der Aufmerksamkeit in der Regel die Hand. 2. Wenn ein Nebenreiz einwirkt, so zeigt sich zuerst eine Neigung, der damit gesetzten ‚Suggestion' zu widerstehen, aber diese widerstrebende Tendenz verringert sich, wenn das Experiment wiederholt wird, und schließlich wird der positive Einfluß des Nebenreizes vollkommen dahin ausdrückbar, daß der Lokalisationsfehler in der Richtung des Nebenreizes wächst. Wenn der Nebenreiz in der Richtung des Gegenstandes der Aufmerksamkeit liegt, so steigert sich die absolute Größe des Lokalisationsfehlers. ... 3. Der Widerstand ist am stärksten, wenn der Nebenreiz in der dem Gegenstande der Aufmerksamkeit entgegengesetzten Richtung gegeben ist, aber schließlich ist der Nebenreiz in dieser Richtung wirkungsvoller als im umgekehrten Falle. 4. Variationen der Intensität und Entfernung des Nebenreizes haben korrespondierende Variationen in der hervorgebrachten Wirkung."

Um den motorischen Faktor dieser Versuche der lokalisierenden Bewegung zu eliminieren, unternahm Verf. neue Versuche zu Würzburg unter Külpes Leitung. Er fand:

„1. Die Vp. kann nicht mit Sicherheit (auf der Volarseite des Vorderarmes) den Ort eines zweiten Reizes von dem eines vorhergehenden (1") unterscheiden, wenn die Entfernung zwischen beiden nicht größer ist als 0,5 cm, aber die Unterscheidung ist möglich, wenn die

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1901. Bd. 27. S. 199.

2) Archiv für die gesamte Psychologie von Meumann 1903. 1. Bd. S. 31.

Digitized by Google

Entfernung 1,0 cm und größer ist. 2. Der Ort des zweiten Reizes ist im allgemeinen leichter zu erkennen, wenn er oben (d. h. in der Richtung des Ellbogens) ist, als im umgekehrten Falle. 3. Wenn der zweite Reiz *unten* ist, so wird er leichter als *unten* erkannt, wenn der Nebenreiz unten einwirkt, als in dem normalen Falle. Derselbe Einfluß ist besonders merklich, wenn der zweite Reiz und der Nervenreiz gleichzeitig *oben* sind. 4. Wenn der zweite Reiz *oben* und der Nebenreiz *unten* ist, ist die Vp. augenscheinlich in ihrem Urteil durch den Nebenreiz beeinflußt, so lange die Entfernung zwischen den beiden zu vergleichenden Reizen nicht mehr beträgt als 2,0 cm. . . . 5. Wenn der zweite Reiz *unten* und der Nebenreiz oben ist, so beherrscht dieser das Urteil durchaus . . ."

So ergibt sich, „daß der scheinbare Ort eines Reizes vollständig verkannt werden kann infolge der Einführung eines Nebenreizes."

Auch auf die Beurteilung von *Strecken* üben Nebenreize Einfluß aus, sodaß die optische Täuschung bei der bekannten *Müller-Lyer*'schen Figur mit der taktilen große Analogie zeigt; je nach der Richtung der Nebenreize, die in Schenkelform verteilt werden, wird die dazwischenliegende Strecke größer oder kleiner geschätzt.

„Warum erscheinen zwei auf der Haut gleichzeitig gereizte Punkte A und B näher zu einander, als sie in Wirklichkeit sind?" Nach *v. Frey* entstehen im Gehirn Diffusionskreise. Aber warum wird die Entfernung nicht vom Zentrum der Kreise aus beurteilt? Weil sie verschwommen sind. Aber warum führt ein zweiter Reiz eine Ortsverschiebung herbei?

Dies kommt von den „*motorischen Impulsen*" der zwei verschiedenen Reize, welche sich ins Gleichgewicht setzen; die Resultante liegt auf einer Linie zwischen den durch die beiden Impulse dargestellten Richtungen."

Die *Lokalzeichen* können die Ortsbestimmung nicht erklären. „Wenn A sein Lokalzeichen hat und B ebenfalls, so sieht man leicht. daß wenn beide gereizt sind, es schwer sein kann, zu entscheiden, ob A oder B gereizt wurde, oder welches Lokalzeichen zu A oder zu B gehört, aber daß man schließlich einen neuen Punkt C feststellt, welcher übereinstimmend mit der Theorie ein ganz anderes Lokalzeichen haben müßte, und sagen, daß dies C B ist, ist für die Theorie des Lokalzeichens ein Mysterium." Bei der Herstellung der Resultante kommt dem Hauptreiz natürlich eine stärkere Kraft zu, schon wegen der stärkeren Aufmerksamkeit auf denselben.

Die Suggestion im weiteren Sinne des Wortes ist der Grund

Digitized by Google

der Lokalisationsfehler und fehlerhaften Größenurteile, damit erklären sich auch die optischen Täuschungen.

Indem Verf. mit seiner Methode die Suggestibilität in ihrem Verhältnisse zur Intelligenz prüfte, fand er:

„1. Die Intelligenz eines Individuums in dem Alter zwischen 6 und 14 Jahren steht in direktem Verhältnisse zu seiner Suggestibilität. . ." 2. Die Suggestibilität der Schüler steht im umgekehrten Verhältnisse zu ihrem Alter.

„Der allgemeinste Schluß ist der auf die Relativität der Sinneswahrnehmung. . . Diesem Grundsatz gemäß gibt es in der Erfahrung keine absolute Perzeption irgend eines Objektes. Jede Wahrnehmung enthält in sich einen Komplex von Qualitäten, dessen Elemente bestimmt sind, nicht allein durch das unmittelbare Objekt der Wahrnehmung, sondern durch andere Objekte in dem sogenannten Felde der Wahrnehmung, abgesehen von reproduktiven Faktoren. Der Einfluß umgebender Objekte steht in direktem Verhältnisse zu der Größe der Unterschiedsschwelle. Im Falle des Sehens, wo die Schwelle sehr klein ist, wird daher der Einfluß der umgebenden Objekte auf die Gesichtswahrnehmung eines besonderen Gegenstandes sehr gering, während für die Tastempfindungen, wo die Schwelle relativ groß ist, der Einfluß umgebender Gegenstände verhältnismäßig groß ist. Wie man sieht, handelt es sich hier nur um eine die Raumauffassung beeinflußende Wirkung von Nebenreizen. . . Sein deutliches Analogon hat der Einfluß von Nebenreizen auf dem Gebiete des Gedächtnisses. Gleichzeitige Reproduktionsmotive, die sich unterstützen oder hemmen, oder wie beim Versprechen und Verlesen, zu Interferenzwirkungen führen, verhalten sich ähnlich, wie gleichzeitige Reize, die an verschiedenen Orten einer reizbaren Fläche angreifen."

W. Churchill prüfte „Die Orientierung der Tasteindrücke an den verschiedenen Stellen der Körperoberfläche." [1])

E. H. Weber hatte gefunden, daß, wenn man einen Buchstaben, auf die Haut geschrieben, durch den Tastsinn erkennen soll, er auf der Stirne verkehrt geschrieben werden muß, auf dem Hinterhaupte aber in seiner gewöhnlichen Stellung, auf dem Bauche umgekehrt, auf dem Kreuzbein verkehrt und umgekehrt. Nämlich, so bemerkt er, „wir haben uns daran gewöhnt, die Buchstaben in der Erinnerung uns so vorzustellen, wie wir dieselben mittelst des Gesichts zu lesen pflegen und wie wir sie schreiben". Verf. konnte durch seine Versuche nur den zweiten Befund Weber's bestätigen: am Hinter-

1) Philos. Studien. 1902. S. 478.

Digitized by Google

haupte werden die Buchstaben „richtig“ oder vom Standpunkte des Schreibers aus wahrgenommen. Im Gegensatz zu Weber fand er, daß wir auf der Rückseite die Buchstaben „richtig“ auffassen. Das Ergebnis Weber's auf der Stirne wird bestätigt; inbezug auf die Vorderseite finden sich Abweichungen von Weber, nur wenige Versuchspersonen stimmen inbezug auf Bauch und Brust mit ihm. Die Resultate mit Blinden sind ziemlich dieselben wie bei Normalen.

„Daß eine bestimmte Lage als die ‚richtige‘ erkannt wird, dies heißt so viel, als daß die Lage an dieser Stelle am ähnlichsten derjenigen erscheint, in der die Buchstabenform ihre symbolische Bedeutung durch das Lernen und Ausüben des Lesens erhalten hat. Tatsächlich sind dann alle Stellungen bei diesem ersten einheitlichen Orientierungsschema nichts als reine Translationen aus der Lage, in welcher der Buchstabe auf einer aufrecht vor uns stehenden Tafel angeschrieben ist.“ Was auf die Stirne geschrieben wird, stellen wir uns vor wie durch ein Transparent gesehen, es muß also in Spiegelschrift aufgezeichnet werden, um es richtig zu lesen.

Die Druckempfindung.

„Die Täuschung der Gewichtsschätzung bei verschiedenem Volumen der Gewichte“ ist wiederholt Gegenstand der Untersuchung gewesen. Das Gewicht eines Körpers von größerem Volumen, z. B. ein Pfund Federn, erscheint leichter als ein gleiches Volumen einer schwereren Masse, etwa ein Pfund Blei.

Es gibt vier verschiedene Erklärungsversuche für diese Illusion: 1. Wir schätzen das spezifische, nicht das totale Gewicht: der Druck der Federn verteilt sich auf eine größere Fläche als die des Bleies. So Charpentier. 2. Wir nehmen Gewicht und Volumen, dividieren das erstere durch das zweite und erhalten so die Dichtigkeit. So Biervliet. 3. Wir unterschätzen das Gewicht der Federn, weil wir erwarten, daß der größere Gegenstand schwerer erscheint. So Scripture. 4. Nach G. E. Müller und Flournoy schätzen wir das Gewicht nach der Schnelligkeit, bezw. Langsamkeit (Leichtigkeit bezw. Schwierigkeit) des Hebens, welche bei den Federn. die von der Luft getragen werden, größer ist.

J. Mc. Cattel[1]) bestreitet die letztere Annahme. In einer Abhandlung: „Die Wahrnehmung gehobener Gewichte“ erklärt er:

G. E. Müller hat behauptet, das Gewicht eines gehobenen Körpers werde hauptsächlich nach der Bewegungsgeschwindigkeit be-

---

[1]) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1900. 23. Bd. S. 108.

Digitized by Google

urteilt, wodurch das Weber'sche Gesetz seine Erklärung finde. Dagegen erklärt Cattel:

„Wir erkennen die Bewegungsgeschwindigkeit nur durch die von der Haut, den Muskeln, den Sehnen und den Gelenken kommenden Empfindungen und diese wechseln in ihrer Intensität und in ihrem Charakter mit dem gehobenen Gewicht. Wir beurteilen das Gewicht sehr gut, auch wenn keine wahrnehmbaren Bewegungen gemacht werden und wenn die Bewegungsgeschwindigkeit unmöglich irgend eine Rolle spielen kann. Druckempfindungen gehorchen dem Weber'schen Gesetze ungefähr ebenso genau wie Empfindungen des Muskelsinnes, und die Müller-Schumann'sche Hypothese ist daher überflüssig."

Durch zahlreiche Hebeversuche hat neuestens E. Claparède die Hypothese von Müller und Flournoy festgestellt.[1])

Genauere Experimente stellte über dieselbe Täuschung Le Ley, Arzt in Antwerpen, an. Ihm kam es darauf an, zu untersuchen, welcher Anteil an der Täuschung dem Gesicht, welcher dem Tastsinn zukomme. Ein Gummiball von 77 mm und einer von 39 mm Durchmesser wurden dadurch gleich schwer gemacht, daß man in den leichteren Schrotkörner legte oder dem schwereren entnahm. Auf beide Arten wurde nun von 60 Personen in zahlreichen Versuchen vom objektiven Gleichgewichte aus das subjektiv geschätzte bestimmt. Bald schätzten sie mit verbundenen Augen, umspannten aber eine möglichst große Fläche des Balles; bald ohne alle Berührung des Balles, der an einer Schleife hing, bald sehend und umspannend. Die Täuschung war am größten im ersten, am geringsten im zweiten Falle, von mittlerer Größe im dritten Falle.[2])

Daraus dürfte sich ergeben, daß die Schnelligkeit des Hebens nicht allein maßgebend ist für die Schätzung der Gewichte.

Eine andere Täuschung beim Heben von Gewichten führte zur Kenntnis der motorischen Einstellung. L. Steffens[3]) hat darüber Experimente angestellt.

Müller und Schumann fanden, daß, wenn man längere Zeit hindurch wiederholt ein leichtes Gewicht, z. B. 676 gr, und bald darauf ein schwereres, etwa 2476, auf gleiche Höhe mit gleicher Geschwindigkeit gehoben und dann für 2476 gr 876 gr nimmt, und dieses nach dem Heben von 676 gr hebt, dieses schwerer erscheint als

---

1) Archives de psych. de la Suisse Romande 1901. p. 69 ff.

2) Journal de Neurol. 1900. p. 8.

3) Über die motorische Einstellung. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 23. Bd. S. 241.

Digitized by Google

876 gr. Da das Gewicht von 876 gr beim Heben auffallend schnell emporsteigt, so schlossen sie auf eine Einübung, infolge deren das zweite Gewicht, obgleich nun leichter als früher, doch ungefähr mit demselben starken Impulse gehoben wurde wie bei den „Einstellungs"-versuchen. Das zweite erschien kleiner als das erste schwerere, weil wir geneigt sind, ein beim Heben schneller emporsteigendes Gewicht für das kleinere zu halten.

Auch Erfahrungen der Physiologie, Pathologie und des gewöhnlichen Lebens führten zu der Lehre von der „motorischen Einstellung": Durch oft wiederholte oder unterbrochene Ausführung einer bestimmten Bewegung oder Bewegungsfolge wird in gewissen subkortikalen Zentren eine Disposition oder Tendenz zur automatischen Hervorrufung dieser Bewegung oder Bewegungsfolge hergestellt. Binet (Revue philos. 29, S. 143, 149 ff), Delabarre (Über Bewegungsempfindungen 1890, S. 109), G. Stein (The Psychol. Review, 1888 II, S. 85 ff.) haben die Funktionen der Zentralnervensystems herangezogen und durch Versuche die Einstellung bestätigt. Steiner trug einem Haifisch die Mittelhirnbasis einseitig ab, worauf das Tier einseitige nach der unverletzten Seite gerichtete Schwimmübungen ausführte, wurde er aber völlig geköpft, so waren seine Bewegungen normal. Ließ Steiner aber nach einseitiger Abtragung den Fisch die Kreisbewegungen erst einige Zeit ausführen, so erfolgten sie auch nach der Köpfung: es war eine motorische Einstellung erfolgt. Ähnliche Resultate erzielten andere Forscher an Käfern, Hunden und Affen.

Eingehendere Versuche der Verfasserin geben detaillierte Resultate. „Eine motorische Einstellung überträgt sich nicht auf das korrespondierende Organ der anderen Körperhälfte." „Verschiedene Einstellungen von verschiedenem Alter klingen in ähnlicher Weise neben einander ab wie verschiedene alte Reproduktionstendenzen des psychischen Gedächtnisses." „Eine motorische Einstellung fällt bei gleichem Alter in der Zeit (absolut genommen) um so schneller ab, je schneller sie ist."

„Ich glaube, daß durch die sachlichen Resultate meiner Versuche die hier geäußerte Idee einer Analogie zwischen der Gesetzmäßigkeit des psychischen Gedächtnisses und derjenigen der motorischen Einstellung in größerem Umfange bestätigt worden ist, als sich vielleicht von vornherein erwarten ließ."

Die Druckempfindung unterliegt noch einer anderen Täuschung. Darüber berichtet W. Frankl.[1])

1) Zur „generellen Urteilstendenz" bei Gewichtsversuchen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. der Sinnesorgane. 1902. 28. Bd. S. 1.

Digitized by Google

Er fand das Martin-Müller'sche Gesetz[1]) von der generellen Urteilstendenz bestätigt, nach welchem „bei Vergleichungen eines konstant bleibenden Grundgewichtes mit einem wechselnden Vergleichsgewichte die Chance für ein richtiges Urteil unter sonst gleichen Umständen größer ist, wenn das Vergleichsgewicht zu weit gehoben wird."

Dieses Verhalten wird daraus erklärt, daß der „absolute Gewichtseindruck" der Leichtigkeit oder Schwere beim Vergleichsgewichte (je nachdem es kleiner oder größer ist als das Grundgewicht) eher zustande kommt als bei dem in der Mitte liegenden Grundgewichte und daß ferner der Einfluß des „absoluten Gewichtseindrucks" auf das Urteil sich von dem zu weit gehobenen Gewichte aus stärker geltend macht.

Über das Kälte- und Wärmegefühl

liegen schöne Experimente von Kiesow[2]) vor.

Der Verfasser prüfte die Experimente von Blix, Goldscheider, Donaldsohn nach, welche für die Temperaturempfindungen bestimmte auseinanderliegende Kälte- und Wärmepunkte der Haut gefunden hatten. Er konnte dieselben nur bestätigen. Es stellte sich jedoch heraus, daß Punkte, die zu einer Zeit reagieren, später unempfindlich sind, und umgekehrt. Ferner fand er „neben mit schwachen Reizen erzeugten eisig kalt resp. brennend heiß empfundenen Empfindungspunkten solche von minimaler Stärke, die in der Qualität des Kalten eben kühl, in in der des Warmen als kaum bemerkbar warm" wahrgenommen wurden. „Wichtiger erscheint die Tatsache, daß ich auf Hautstellen stieß, auf denen mit den intensivsten Reizen keine punktförmige Auflösung derselben möglich war, und bei denen doch eine schwach diffuse Temperaturempfindung angegeben wurde, sobald ich die betreffenden Stellen mit der gleichen Reizstärke flächenhaft berührte."

Goldscheider hält die Haarpapillen als maßgebend für die Anordnung der Temperaturpunkte, was Verfasser nicht durchweg bestätigt fand. Die Wärme- und Kältepunkte sind von spezifischer Natur, da dieselben auf mechanische Reize, Stiche, elektrische Reizung die ersteren mit Wärme-, die zweiten mit Kälteempfindungen reagierten. Ferner applizierte er den Kältepunkten einen warmen, den Wärmepunkten einen kalten Zylinder. Niemals konnte man auf einem isolierten Wärmepunkte eine Kälteempfindung

1) Martin und Müller, Zur Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit. 1899.

2) Philos. Studien von Wundt 1895, 11. Bd. 2. Heft. „Untersuchungen über Temperaturempfindungen." S. 133.

Digitized by Google

erzeugen, selbst bei — 6° C nicht; dagegen fand sich kein Kältepunkt, bei dem sich nicht bei einer gewissen Temperatur (47—50° C) Wärmeempfindung einstellte; er glaubt daher den Satz aufstellen zu können, „daß die große Mehrzahl der Kältepunkte der Haut zugleich für Wärme empfindlich ist."

Weitere Untersuchungen über die Wärme- und Kältempfindung haben Kelchner und Rosenblum angestellt.[1])

Die mit abgekühlten Zylindern gefundenen Kältepunkte ließen sich bei weiteren Untersuchungen meist wieder konstatieren, freilich auch immer wieder neue eintragen. Eine vollständige Identität in ihrer Lage ließ sich nicht feststellen, sondern trotz zahlreicher Versuche nur eine Annäherung. Auf elektrische Reize reagierten in 73% der Fälle die Kältepunkte mit ihrer spezifischen Empfindung. Erwärmte Zylinder brachten die Kältepunkte sehr selten zur spezifischen Empfindung, häufiger reagierten sie mit Wärmegefühl. Wurden dagegen die Wärmepunkte elektrisch gereizt, so reagierten sie sehr selten spezifisch, häufiger mit Kälteempfindung. Erwärmte Zylinder ließen eine große Menge Wärmepunkte erkennen, doch war die Nachprüfung nicht immer glücklich; manchmal ließen sich alle wiederfinden, manchmal wenige, manchmal zeigte sich dann eine weit größere Zahl. Mit mechanischer Reizung konnte weder Kälte noch Wärme erzielt werden. Das Tastgefühl tritt nur bei hohen Reizen gegen das Temperaturgefühl zurück, nie ganz. Auch auf den Temperaturpunkten tritt bei sehr heißen Zylindern und starken Strömen Temperaturschmerz ein. Analgesie der Temperaturpunkte konnte nicht beobachtet werden.

Am eingehendsten haben sich mit dem Temperatursinne nebst Goldscheider, Lehmann, Dessoir, v. Frey, Thunberg u. A., neuestens Alrutz und wieder Kiesow beschäftigt; ersterer hat eine eigene spezifische Hitzeempfindung konstatiert. Er führt aus:

Bei der Anwendung eines Wärmereizes können nämlich je nach der zu untersuchenden Hautstelle, nach der Intensität des Reizes und des zur Reizung benutzten Apparates unterschieden werden komplexe Empfindungen, in welchen 1° Wärme-, Kälte-, Tast- und Schmerzempfindungen, 2° Wärme-, Kälte- und Schmerzempfindungen, 3° Wärme-, Kälte- und Tastempfindungen, 4° Wärme-, Tast- und Schmerzempfindungen, 5° Wärme- und Kälteempfindungen. 6° Wärme- und Tastempfindungen, 7° Wärme- und Schmerzempfindungen mit einander verbunden sind. Den verschiedenen Empfindungen entsprechen meist auch verschiedene Punkte der Haut, also verschiedene Nervenendungen.

1) M. Kelchner und P. Rosenblum, Zur Frage nach der Dualität des Temperatursinnes. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1899. 21. Bd. S. 174.

Digitized by Google

Besonders auffallend ist die sog. „paradoxe Kälteempfindung", die darin besteht, daß wenn man Kältepunkte der Haut mit warmen Spitzen von 40—100° reizt, doch eine Kälteempfindung entsteht.

Von der Kälte- und Wärmeempfindung verschieden ist eine dritte, die „Hitzeempfindung", welche sich als ganz eigenartig und nicht weiter zerlegbar dem Bewußtsein darstellt. Nach Alrutz entsteht sie, wenn der Wärmereiz wenig unterhalb der Schmerzgrenze bleibt. „Hiernach kann man die Hitzeempfindung sozusagen nach oben und nach unten negativ definieren: sie ist nicht sehr warm und nicht notwendig schmerzbetont." Nach demselben Experimentator bedarf es gleichzeitiger Reizung von Kälte- und Wärmepunkten der Haut. Der Reiz muß also immer flächenhaft sein.

In einem Bade von ungefähr 37° C. läßt sich beim Hinzutreten von sehr heißem Wasser ein gesondertes Auftreten von Kälte- und reinen Schmerzempfindungen beobachten. Auf Hautflächen mit wenigen Wärme- aber vielen Kältepunkten treten keine Wärme-, wohl aber Hitzeempfindungen auf. „Auch mit ziemlich starken Reizen erhält man hier nur schwache Wärmeempfindungen, welche bei der Zunahme des Reizgrades sozusagen den Grad ‚sehr warm' überspringen und sofort in Hitzeempfindungen übergehen."

Auf Hautstellen, wo weder Kälte- noch Wärmepunkte sich finden, entstehen weder Temperatur- noch auch Schmerzempfindungen. Wo die Wärmepunkte zahlreich, die Kältepunkte wenig sind, wird eine weniger intensive und eine weniger reine Hitzeempfindung beobachtet, als bei entgegengesetzter Verteilung der Punkte.

Daraus schließt Alrutz, „daß die von dem Hitzereiz ausgelöste Kälteempfindung in der Tat mit der Wärmeempfindung zu einer neuen, von jenen beiden örtlich zu trennenden Empfindung verschmilzt, nämlich die Hitzeempfindung, in der die Kälte- und Wärmeempfindungen an sich nicht mehr existieren oder wahrnehmbar werden."[1])

Mit diesen Ergebnissen ist Kiesow nicht ganz einverstanden; nach seinen Untersuchungen über die Empfindlichkeit der Mundhöhle inbezug auf Geschmack, Druck, Temperatur und Schmerz glaubt er die wesentliche Beteiligung der Kälteempfindung bei der Hitzeempfin-

1) Studium auf dem Gebiete der Temperatursinne. II. Die Hitzeempfindung. Skandinav. Archiv für Physiologie. 1900. S 340 ff. J. E. Crawford fand, daß die Wärme- und Kälteempfindungen wohl an denselben Hautflächen, aber nicht an denselben Punkten auftraten. Er schließt daher gegen Goldscheider und Kiesow auf eine flächenhafte, nicht punktförmige Verteilung der Temperaturorgane. A study of the temperature-Sense. Psych. Rev. V, 62—67. 1898.

Digitized by Google

dung in Abrede stellen zu sollen, auch kann er den Ausschluß von Schmerz nicht zugeben.[1])

Kiesow[2]) fand eine Stelle der Wangenschleimhaut gegen Schmerz ganz unempfindlich. v. Frey bestätigte dies und fand selbst Unempfindlichkeit bei tetanischer Reizung durch den elektrischen Strom. Neuere genauere Versuche Kiesow's zeigen nun, daß die Tastempfindlichkeit jener Stelle nicht alteriert ist.

Auch in „thermischer Beziehung unterscheidet sich unsere Stelle nicht merklich von der übrigen eigentlichen Wangenschleimhaut"; viel bestimmter als die Warmempfindung ist die Kaltempfindung, und auch der Kälteschmerz fehlt nicht. Bei höheren Wärmegraden (bis 60°) trat die paradoxe Kälteempfindung auf.

In der Wangenschleimhaut hat Kiesow eine analgetische Fläche nachgewiesen, während Temperaturempfindungen daselbst möglich sind, woraus folgt, daß diese Empfindungen „durch spezifisch verschiedene Organe vermittelt werden". Es gibt aber auch in der Mundhöhle Stellen, „die wohl tast-, aber nicht schmerzempfindlich sind" und umgekehrt. „Auch für die Kalt- und Warmempfindungen sind spezifisch adaptierte Organe der Körperpherie anzunehmen."

Verf. schließt: „Wenn nachgewiesen werden könnte, daß auf dieser Stelle bei maximal gesteigerter mechanischer und elektrischer Reizung kein Schmerz auftritt, obwohl die Tastempfindlichkeit derselben gut entwickelt ist, so scheint mir damit experimentell ein Beweis erbracht zu sein für die Tatsache, daß der Schmerz nicht, wie noch manche wollen, der Gefühlsseite unseres Seelenlebens zugeschrieben werden kann, sondern als ein besonderes Empfindungselement aufgefaßt werden muß."

Alle früheren Versuche wurden nachgeprüft von P. Bader.[3]) Er konnte die früheren Versuche von Thunberg, Alruz, v. Frey, Nagel, Goldscheider, Kiesow teils bestätigen, theils berichtigen.

„Teils Wärme, teils Hitze, teils Schmerz können vor und neben der durch heiße Applikationen (auf Kältepunkte) veranlaßten Sensation apperzipiert werden." „Derselbe Temperaturreiz löst auf gewissen Punkten rein kalte Empfindungen, auf einigen eisige, auf anderen kühle Empfindungen aus." Bei geringen hohen Temperaturreizen kann auf jedem

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg. 1901. 26. Bd. S. 231 ff.

2) Zur Psychophysiologie der Mundhöhle. Zeitschr. f. Psych. 1903. 33. Bd. S. 424.

3) Das Verhältnis der Hautempfindungen und ihrer nervösen Organe zu calorischen, mechanischen und faradischen Reizen. Philos. Studien. 1902. 18. Bd. S. 437.

Digitized by Google

Kältepunkt die adäquate Empfindung erzielt werden, wie auch Alrutz fand. Reize von 66° lösen Kälteenergie aus, und Alrutz erzielte gleiche Resultate mit heißen Applikationen bis 100° C. „Auf den meisten Kältepunkten, nicht auf allen, kann man vermittels Frey'scher Druckhaare deutlich Kälte auslösen." Die durch faradische Reizung ausgelöste Kälteempfindung, welche zuerst Blix und Goldscheider beschrieben, entsprach nicht den durch adäquate Reize ausgelösten, sie war nicht kontinuierlich, sondern leicht zitternd.

Wie ist die paradoxe Kälteempfindung zu erklären?

„So paradox es ist, wenn auf hochtemperierte Reize eine kalte Empfindung folgt, so paradox verläuft auch die chemische Wärmeregulation in der Haut der Warmblüter, reagiert auf Abkühlung der Oberfläche mit gesteigerten Verbrennungsintensitäten im Innern, umgekehrt auf Erwärmung der Oberfläche mit herabgesetzter Verbrennung. Ein derartiges gegensätzliches Verhalten der Gefäße gegen äußere Temperatureinflüsse muß auch gegen die für objektive Reize zum Teil sehr empfindlichen kälteperzipierenden Organe wirksam sein."

Die Wärmepunkte sind schwieriger nachzuweisen als die Kältepunkte, darum darf man nicht sogleich auf eine kleinere Anzahl derselben schließen. Selbst Kältepunkte können auf warme Applikationen warm reagieren.

Die Heißempfindung von Alrutz, aus Kälte und Wärme zusammengesetzt, bestreitet der Verf. wegen der gegensätzlichen Qualität dieser Empfindungen und ihrer verschiedenen Reaktionszeit. Auf Druck und faradische Reize reagieren die Wärmepunkte weniger stark als die Kältepunkte. Schmerzpunkte sind nicht überall vorhanden, die Druckpunkte zeigen eine sehr verschiedene Reizschwelle auf den verschiedenen Teilen der Haut: gegen Temperaturreize verhalten sie sich ganz indifferent.

Sehr interessant ist die Tatsache, welche R. Sommer konstatierte, daß die Kältepunkte der Haut weit zahlreicher sind als die Wärmepunkte. Erstere betragen 1/4 Million, letztere nur 30,000. „Mit dieser ungleichen Verteilung hängt die örtlich so sehr wechselnde Kälteempfindlichkeit zusammen, welche schon E. H. Weber ausdrücklich hervorgehoben hat."[1])

Über die Schmerzempfindung

hat A. Goldscheider spezielle Untersuchungen angestellt und in einem längeren Vortrage die Resultate seiner Forschungen dargelegt.

1) Sitzungsber. der Physik. mediz. Gesellsch. zu Würzburg. 1901.

Digitized by Google

Goldscheider bestreitet, daß der Schmerz einfach durch die Steigerung der Intensität eines Reizes, einer Sinnesempfindung zu Stande komme, desgleichen lehnt er die Hypothese ab, nach welcher eine Alteration der Nervensubstanz, d. h. ein qualitativ bestimmter spezifischer Nervenprozeß, der von dem für die Sinnesempfindung verschieden wäre, den Schmerz bedinge. Indeß gibt er nicht zu, daß die Schmerzempfindung eine allen Empfindungen gemeinschaftliche Qualität darstelle: nur die Gefühls-(Tast-)Nerven sind des Schmerzes fähig. Weder existieren besondere Schmerznerven noch ein Schmerzzentrum, wohl aber hat er, wie bestimmte Wärme- und Kältepunkte, so auch (wie auch nach ihm v. Frey) besondere Schmerz- und analgetische Punkte nachgewiesen. Der Schmerz kommt nicht nur durch die intensive Reizung der Gefühlsnerven von außen und durch Entzündung im Körper selbst zu Stande, sondern auch und ganz besonders durch Summation mehrerer unterschmerzlicher Erregungen, welche die wesentlichste Grundlage für den eigentlichen Vorgang der Schmerzempfindung bildet. Die Endigungen der Nervenfaser sind besonders schmerzempfindlich; unrichtig ist, daß die Faser direkt gereizt werden müsse, um Schmerz zu bewirken, während die Erregung des Endorgans die Sinnesempfindung vermittle.

Qualitativ verschiedene Schmerzen gibt es nach Goldscheider nicht, man unterscheidet sie nur nach der Erregungsursache in den sie begleitenden Sinnesempfindungen. Indeß kann man drei große Gruppen von Schmerz überhaupt unterscheiden: 1. Der echte sinnliche Schmerz entsteht durch die übermäßige Reizung der Tastnerven. 2. Der uneigentliche Schmerz: „Schmerzweh" entsteht durch unterschmerzliche Erregungen, welche durch ihre Dauer und Festsetzung an ungewöhnlichen Stellen peinigen (Kopfweh, manche Magenschmerzen). 3. „Der psychische Schmerz beruht auf seelischer Hyperästhesie, bei welcher an und für sich nicht schmerzhafte Empfindungen (d. h. solche, welche normale Menschen nicht afflizieren,) Schmerz verursachen, besonders bei Hypochondrie und Hysterie vorkommen."

A. Rollett[1]) verteidigt besondere Schmerznerven mit Frey: Es gibt zwei verschiedene Reizschwellen für Druck- und Schmerzpunkte, schmerzfreie Stellen (die auch Kiesow für die Mundhöhle nachweist) bei erhaltener Druckempfindlichkeit; dasselbe beweisen zahlreiche pathologische Beobachtungen usw. Beim Einatmen von Chloroform entsteht eine vierfache Empfindung von verschiedener Reaktionszeit, die kleinste für Geruch, sodann Kältegefühl, dann süßlicher Geschmack, zu-

1) Beiträge zur Physiologie des Geruches, des Geschmackes, der Hautsinne und der Sinne im allgemeinen, in Pflügers Archiv 74 S. 38 ff.

Digitized by Google

letzt brennender Schmerz. Ätherdämpfe wirken ähnlich, nur daß der Geschmack ein bitterer ist. Die Reaktionszeiten folgen in derselben Abstufung, wie beim Chloroform aufeinander.

Zum Schlusse müssen wir noch eine Modifikation der Gefühlsempfindung erwähnen, die von manchen als besondere Qualität aufgefaßt wird, die aber wohl nur als eine Modifikation der Tastempfindung gelten kann.

Das Vibrationsgefühl

wurde von Rydel und Seiffer einer neuen experimentellen Untersuchung unterworfen.[1])

Wenn man eine schwingende Stimmgabel auf bestimmte Stellen der Körperoberfläche aufsetzt, so entsteht eine ganz eigenartige Empfindung, die sich mit keiner anderen Sinnesqualität vergleichen läßt. Egger, der darüber schon frühere Untersuchungen anstellte, nannte sie, weil er sie in die Knochen verlegte, Knochen-, Osteosensibilität. Wie dieser Forscher, so halten auch Rydel und Seiffer, welche seine Experimente an Gesunden und Kranken nachprüften, sie für eine von allen andern unterschiedene Sinnesqualität.

Dafür spricht die Verschiedenheit der Perzeptionsdauer von der aller andern auf der Körperoberfläche erzeugten Empfindungen. In pathologischen Fällen besteht eine hochgradige Störung des Vibrationsgefühls, während die Sensibilität der Haut und der tieferen Teile intakt geblieben ist, auch die Ausdehnung jener Störungen ist geringer als die der Hautstörungen. Zuweilen gehen die Störungen mehr denen der Schmerz- und Temperaturempfindungen parallel, als mit den Störungen der Berührungsempfindung.

Gegen Egger konstatierten die Experimentatoren, daß das Vibrationsgefühl nicht lediglich in den Knochen seinen Sitz hat; sie fanden es auch an Stellen, wo starke Muskeln die Knochen bedecken ja auch an völlig knochenlosen Teilen. Auch die Nervenstämme sind nicht seine Träger, sondern wahrscheinlich die feinsten Nervenfasern aller unter der Haut liegenden Gewebe. Mit dem Tastgefühl halten sie es nicht für identisch, sondern erklären es für eine komplizierte Empfindungsqualität, „als einen weiteren Ausdruck der Tiefensensibilität, d. h. derjenigen von Gelenken und ihren Kapseln, den Muskeln,

1) Untersuchungen über das Vibrationsgefühl oder die sogen. „Knochensensibilität“ (Palästhesie). Archiv für Psychiatrie 1903. 37. Bd. S. 488 ff. Zeitschr. f. Psych. und Phys. d. S. 1904. 35 Bd. S. 282 f.

Digitized by Google

Sehnen und Faszien ausgehenden Empfindungen, welche uns über die Lage unserer Gliedmaßen und die damit ausgeführen Bewegungen Kenntnis geben".

Über ein „naßkaltes" und besonderes „Glätte-Gefühl" sprach Alruz auf dem 1. Kongreß für experimentelle Psychologie. Darüber siehe unten.

Digitized by Google

Sechzehntes Kapitel.

Schlaf und Traum.

Auch über das bunte Traumleben und den geheimnisvollen Schlaf sind experimentelle Untersuchungen angestellt worden, aber viel Sicheres hat über das geheimnisvolle Dunkel dieses so beträchtlichen Teiles des menschlichen Lebens auch die Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden nicht gebracht. Ist ja doch die normale Bedingung des Traumes, der Schlaf in seinem Wesen noch so wenig bekannt. Sehr einfache, aber zugleich höchst problematische Erklärungen vom Schlafe gibt Stefanowska[1]) auf Grund der Neuronenlehre.

Die Fortpflanzung des Reizes im Nerven macht den Physiologen jetzt, nachdem man die Nervenmasse aus diskreten Neuronen zusammengesetzt erkannt hat, weit mehr Schwierigkeit als früher. Tanzi glaubt, durch Hypertrophie der artikulierenden Dendriten werde der Abstand zwischen diesen vermindert, und so Nervenbahnen ausgeschliffen. Matthias-Duval schreibt den Neuronen Amoebismus zu. Kontraktionszustände hat tatsächlich Wiedersheim in den Nervenzellen lebender transparenter Tiere beobachtet. Die Riechzellen, welche nicht epitheliale sondern bipolare Zellen sind, und Homologa der bipolaren Zellen der Spinalganglien darstellen, und ebenso die bipolaren und Ganglienzellen der Retina zeigen Bewegungen in ihren Fortsätzen. Die Endbäumchen der Neuronen haben nach Cajal „Dornfortsätze", welche Stefanowska appendices piriformes nennt und sie als Vermittler des physiologischen Kontaktes ausspricht. Diese Anhänge verschwinden aber an den kortikalen Neuronen bei vergifteten oder betäubten Hunden. Daran knüpft nun

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg. 1898. 18. Bd. 3. Heft S. 251 f.

Digitized by Google

Duval eine histologische Theorie des Schlafes. Infolge der Einwirkung von Giften oder von natürlichen Ermüdungsstoffen ziehen sich die Neuronen zusammen, und die sensibelen Zuleitungsbahnen sind unterbrochen. Die Reaktion auf äußere Reize hört auf, und der Schlaf ist da.[1])

Claparède bezeichnet auf dem I. Kongreß für experimentelle Psychologie den Schlaf als einen Instinkt.

Ganz selbstverständlich ist das Wesen des Traumes nach W. Robert[2]), der ihn als Naturnotwendigkeit bezeichnet, und damit die großen Schwierigkeiten, welche er den Psychologen bereitet, von vornherein abschneidet.

Nach zwei Richtungen weicht die hier gegebene Erklärung vom Wesen des Traumes von den landläufigen ab: Erstens wird die Beziehung des Traumlebens zum wachen Bewußtsein anders gefaßt, als es die meisten Psychologen tun; zweitens wird dem Traume eine sehr bestimmte Zweckbestimmung vindiziert. Nach gewöhnlicher Annahme treten dem Menschen diejenigen Vorstellungen vorzugsweise im Schlafe vor die Seele, welche ihn im wachen Zustande am lebhaftesten beschäftigen. Dahingegen, behauptet Robert, sind es die flüchtigen, unfertigen, in der Zerstreuung aufgenommenen Sinneseindrücke, welche im Traume nochmals produziert werden. Und zwar ist der Zweck der Reproduktion ein doppelter, je nachdem der Eindruck für das Seelenleben von Bedeutung ist oder nicht. Ist er ganz wertlos, so dient der Traum dazu, diesen aus dem Geistesschatze, der nur Fertiges, Bedeutungsvolles enthalten darf, auszuscheiden. Hat er aber Wert für die Seele, so dient der Traum dazu, ihn zu vertiefen, aus seiner momentanen Flüchtigkeit herauszuheben und ihn dem dauernden Wissensschatz der Seele einzufügen.

Unter dieser Voraussetzung erklärt der Verfasser auch den divinatorischen, prophetischen Charakter mancher Träume. Was ist natürlicher, als daß unter den flüchtigen nicht recht zum Bewußtsein gelangten Sinneseindrücken häufig solche sind, welche im Gewoge des Alltagslebens instinktiv aufgenommen werden, weil sie für das leibliche oder geistige Wohl des Individuums von Bedeutung sind. Eben darum müssen sie im Traume reproduziert und vertieft werden. „Tritt nun das was nur instinktiv empfunden und erst durch Traumarbeit zum Bewußtsein gekommen ist, als Ereig-

1) L'amoebisme des cellules nerveuses. Rev. scient. 1898. Nr. 11.

2) Der Traum als Naturnotwendigkeit erklärt. 2. Aufl. Hamburg, Seipel. 1886.

Digitized by Google

nis in das Leben eines Menschen, so kann der Traum Prophet, Warner oder sittlicher Beschützer für ihn sein."

In ähnlicher Weise läßt sich die so häufig behauptete und ebenso häufig bezweifelte Annahme erklären, daß der Traum poetisch, musikalisch verfeinere oder selbst die Verstandestätigkeit verschärfe. Denn „naturgemäß sind es die zartesten, flüchtigsten Sinneseindrücke, häufig die nur förmlich blitzartig durch die uns umgebende Sinnenwelt geweckten Gedanken, die als Traumerreger dienen."

Doch kommen wir zu ernsteren Erklärungen.

Es gibt vier Methoden die Träume zu erforschen.

Die introspektive, zuerst von Maury angewandt, berücksichtigt die eigenen Traumerlebnisse.

Die objektive analysiert fremde Träume, ruft sie auch, wie Maury und andere, künstlich hervor. Vold ließ Versuchspersonen während der Nacht Schnüre um Teile der Hände und Füße binden, um bestimmte Reize auszuüben, oder ließ sie vor dem Schlafengehen farbige Bilder ansehen. Woodworth konnte so die Dauer eines einzelnen Traumes feststellen, er fand sie sehr kurz 0,6—0,25".

Die eklektische Methode wurde hauptsächlich von S. de Sanctis angewandt: der Träumende wird auf Gesichtsausdruck, Körperbewegungen, Worte, Puls, Atem beobachtet.

Die interrogative Methode sucht durch Fragebogen eine Statistik der Träume zu gewinnen (Vold, Heerwagen, de Sanctis).

N. Vaschide[1]) verbindet die zwei letzten Methoden: er beobachtet die Äußerungen der Träumer, weckt sie von Zeit zu Zeit um sie zu befragen.

S. Mourly Vold sandte Versuchsgegenstände, kleine plastische Sachen oder Pappfiguren in wohl verschlossenen „Verwunderungs-Packeten" Versuchspersonen abends zu, ließ sie dieselben einige Minuten fixieren, dann die Augen schließen. Über die darauf folgenden Träume mußten sie nach einem Schema ausführlich berichten.

Der Erfolg ist ziemlich sicher, aber das abendliche Gesichtsbild ist vielfach in Form, Größe und Farbe im Traum modifiziert. Inbezug auf die Zeit des Traumes glaubt Verf. gefunden zu haben, „daß der Sehapparat unmittelbar vor dem Erwachen bis zu einem gewissen Grade den abends bei dem Einschlafen bestehenden Zustand reproduziert." [2])

1) Les recherches experimentales sur les rêves. Rev. de Psychiatrie. 1902. VIII. p. 145 ff.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 13. Bd. S. 66. „Einige Experimente über Gesichtsbilder im Traum."

Digitized by Google

„Beiträge zur Psychologie des Traumes“ lieferte in der Festschrift zum 70. Geburtstage Wundts W. Weygandt.

Die bekannte sog. retroaktive Wirkung des Traumes erklärt der Verf. für eine Zerlegung komplizierter Vorstellung in sukzessive Momente durch die Reproduktion oder gar durch die Wiedergabe.

Er beschränkt seine Untersuchungen auf die sog. Schlummerbilder.

„1. Es bestehen dauernd gewisse somatische Sensationen, darunter auch entoptische und entotische Erscheinungen, welche ebenso wie minimale periphere Reize kontinuierlicher Art im wachen Leben nur bei besonderer Aufmerksamkeitsspannung wahrgenommen werden . . . 2. In der Zeit vor dem Einschlafen können beim Erschlaffen des apperzeptiven Denkens die präsomnischen Sensationen auftreten, beruhend auf jenen somatischen Sensationen oder auf andern leichten andauernden Sinnesreizen von der Peripherie her, welche während des wachen Lebens nicht in den Blickpunkt des Bewußtseins treten. 3. Mit dem Moment des Einschlafens, der psychologisch durch das Verschwinden des Situationsbewußtseins markiert ist, treten jene Sensationen in die Traumvorstellungen über . . .“

Über den Schlaf bezw. dessen erholende Wirkung handelt Weygandt auf dem ersten Kongreß für experimentelle Psychologie in Gießen. Wir werden darüber im letzten Kapitel berichten.

Fr. Heerwagen lieferte „Statistische Untersuchungen über Träume und Schlaf“.[1])

Durch Ausfüllen von 500 an verschiedene Personen verteilter Fragebogen und Zusammenstellung, bezw. Berechnung der erhaltenen Antworten gelangte Verfasser zu folgenden Resultaten.

Die Lebhaftigkeit der Träume nimmt stark mit ihrer Häufigkeit zu. Der Schlaf wird um so leiser, je häufiger die Träume. Die Frauen haben einen viel leiseren Schlaf als die Männer und träumen weit mehr. Mit zunehmendem Alter werden die Träume seltener, der Schlaf aber leiser. Die Lebhaftigkeit der Träume ist, ähnlich der Häufigkeit, bei den Studenten größer als bei den Männern, bei den Frauen am größten. Wer häufig träumt, schläft fast eine Stunde länger, als wer selten, die Personen mit leisem Schlaf fast eine halbe Stunde weniger als die mit tiefem Schlafe. Das Schlafbedürfnis ist bei den Männern geringer als bei den Frauen. Die Dauer bis zum Einschlafen ist größer bei häufigen Träumen sowie bei leisem Schlafe. Die Nervosität ist häufiger bei leisem Schlafe, sowie bei häufigen Träumen.

1) Philos. Studien. 1888. S. 301.

Digitized by Google

Fr. Hitschmann berichtet aus eigener Erfahrung „Über das Traumleben des Blinden".[1])

Ein in der Zwischenzeit verstorbener Blinder berichtet über sein eigenes Traumleben, wobei er nur sehr spärlich und umsichtig anderer Berichte verwendet. Obgleich er erst im dritten Lebensjahre erblindete und auch jetzt noch einen Schimmer von Helligkeit wahrnimmt, kann er die sensationellen Erzählungen von licht- und farbvollen Träumen der Blinden nicht bestätigen; auch andere von ihm befragten Blinde haben nie optische Träume gehabt. Auch von den häufig berichteten Traumerregungen durch körperliche Reize oder Sinneseindrücke konnte Hitschmann nur wenig erleben. Dagegen erscheint bei Blinden das Sprechen in Versen während des Traumes nicht selten. was auf eine bevorzugte Empfänglichkeit für die Form hinweist. Noch zeigt sich eine Erscheinung häufig: Der Blinde erlebt eine Traumszene als unbeteiligter Beobachter.[2])

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 7. Bd. S. 387.

2) Spezielle Studien über das Traumleben hat C. M. Gießler veröffentlicht: Aus den Tiefen des Traumlebens. 1890. Die physiologischen Beziehungen der Traumvorgänge. Allgem. Zeitschr. f. Psychiatrie. 58. Bd. 1901. Analogien zwischen Zuständen von Geisteskrankheit und den Träumen normaler Personen. Ebd. 59. Bd. 1902. Das Ich im Traume. . . Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. 39. Bd. S. 294. Die Fassung des „Ich" in der letzten Abhandlung ist eine durchaus verkehrte.

Digitized by Google

Siebzehntes Kapitel.

Die Gefühle.

In zweifacher Weise hat sich die experimentelle Psychologie mit dem Gefühl beschäftigt. Durch die Ausdrucksmethode sucht sie die körperlichen Begleiterscheinungen genau zu erforschen, und damit das Wesen des Gefühls näher kennen zu lernen. Durch die Eindrucksmethode untersucht sie, welche Gefühle auf bestimmte Eindrücke in uns entstehen, ob sie Lust oder Unlust erregen usw.

Physiologische Wirkung der Gefühle.

Weitaus die meisten Experimente sind auf den körperlichen Ausdruck der Gefühle gerichtet gewesen; aber wenn wir G. Martius glauben dürfen, stehen die Resultate mit den Bemühungen nicht im Verhältnisse.

In einem Vortrage auf dem 1. Kongreß für experimentelle Psychologie: „Zur Untersuchung des Einflusses psychischer Vorgänge auf Puls und Atmung" sagt er:

„Die bisherigen Versuche hierüber haben teilweise zu sich völlig widersprechenden Ergebnissen geführt. Die Ursache hiervon liegt einmal in den Versuchsanordnungen selbst, sodann in der Art, wie die Kurven berechnet und verwertet sind. Fehlerhaft ist bei der Berechnung der Pulslängen jede Fraktionierung der Kurven, welche die mit den Atemperioden verbundenen Schwankungen der Länge der Pulse unberücksichtigt läßt... Sucht man die unwillkürlichen Bewegungen ganz auszuschließen, so bleiben nach den vorgelegten Kurven eigener Versuche nur noch mit den Atemperioden parallel gehende plethysmographische Erscheinungen übrig, welche nicht direkt für die psychischen Erscheinungen in Anspruch zu nehmen sind! Nur für den Gegensatz von sthenischen und asthenischen Affekten haben die Experimente Aussicht auf Erfolg."

Digitized by Google

Doch müssen wir die hauptsächlichsten Experimente anführen.

Es sind nicht bloß die heftigen Gemütsbewegungen, welche solche körperlichen Erregungen hervorrufen, sondern wie die experimentierende Psychologie nachweist, sind auch geringe Veränderungen der Gemütslagen, sind auch schwächere Gefühle von Veränderungen des Blutgefäßsystems begleitet. Mit Hilfe des Sphygmographen (Pulsmessers) kann man auch die geringsten Schwankungen nachweisen.

P. Mentz[1]) fand, daß bei Anhörung eines Musikstückes jedes Forte oder Piano, jede Dissonanz und Konsonanz usw. den Pulsschlag veränderte. Auch Warthin fand bei Hypnotisierten Pulsbeschleunigung beim Anhören des „Walkürenritts" und des „Feuerzaubers" von Richard Wagner, Pulsverlangsamung aber bei langgehaltenen ängstigend wirkenden Mollakkorden, besonders dem B-Mollakkord und der Todesverkündigung von Sigmund. Beim Auftreten von Lust verlängerte sich der Puls, bei Unlust verkürzte er sich.

Wie auf den Puls, so wirkte der Affekt auch auf den Atem; zunächst tritt mit zunehmender Stärke der Affekte auch eine zunehmende Atemhöhe oder -Tiefe auf. Dem entsprechen ja auch die sprachlichen Bezeichnungen: „Tiefsinn, ein tiefer Seufzer, tiefbetrübt, ein tiefer Schmerz" sowie „hochtrabend, hochhinaus, hochgemut, hochherzig. . . ." Jedenfalls sind diese Ausdrücke vielfach aus der bemerkten Änderung der Gemeinempfindung infolge dieser Atemänderung entstanden." Indes hat man sich „vor zu raschen Einteilungen wie z. B. in ‚depressorische und exzitatorische' oder ‚sthenische und asthenische Affekte' zu hüten; denn es liegt der wirkliche Sachverhalt hier weit tiefer."

Der Pulsschlag steht nun in physiologischer Beziehung zum Herzschlag: daß aber das Herz von den Gefühlen aufs mächtigste erregt, daß dieses Organ die feinste Resonanz von allen seelischen Affekten gibt, ist eine allgemein bekannte Erscheinung. Wird ja darum fast in allen Sprachen das Herz als Sitz der Gefühle bezeichnet, bezw. das Gefühlsleben selbst. das Gemüt, einfach „Herz" genannt.

Aus diesem innigen Zusammenhange des Gefühles mit körperlichen Zuständen schließen Lange, Ribot u. A. auf eine Identität beider Erscheinungen.

G. Dumas[2]) hat speziell experimentelle Untersuchungen zur

---

1) Philos. Studien von Wundt. 1895. 3. Heft. S. 371 ff. „Die Wirkung akustischer Sinnesreize auf Puls und Atmung."

2) „Recherches expérimentales sur la joie et tristesse." Revue philos. 1896. Vol. 41 und 42.

Digitized by Google

Bestätigung der Lange'schen rein physiologischen Gefühlstheorie angestellt; als Ergebnis derselben bezeichnet er: das Gefühl ist nur der psychische Reflex der vasomotorischen Veränderungen im Körper und der daraus sich ergebenden sonstigen organischen Veränderungen. Die Experimente wurden an Geisteskranken vermittelst des Sphygmo-, Plethysmo- und Pneumatographen angestellt, und zunächst nur das Gefühl der Freude und Traurigkeit berücksichtigt.

Für die Freude ergeben sich zwei verschiedene Formen: 1° Freude mit Druckerniedrigung im Gefäßsystem, häufig bei den megalomanen Paralytikern. Primär ist hier eine Paralyse der Vasokonstriktoren, die Pulsbeschleunigung und Druckerniedrigung zur Folge hat, welche ihrerseits wieder auf das Gehirn wirkt. 2° Freude mit Druckerhöhung im Gefäßsystem, mit Beschleunigung des Pulses und des Atems, häufig bei manikalischen zirkulären Degenerierten, sowie bei normal Freudigen.

Die Trauer äußert sich physiologisch in drei Formen: 1° Trauer mit Druckerhöhung ist so selten wie die Druckerniedrigung in der Freude. 2° Trauer mit Druckerniedrigung, welche die regelmäßige Erscheinung ist; sie hat aber dieselben Begleiterscheinungen wie die erste Form: Herabminderung der Gehirntätigkeit und des Atems, Pulsverlangsamung, periphere und zerebrale Gefäßverengung. 3° Das moralische Leiden ist eine Periode des Widerstandes, welche der ergebenen Trauer vorausgeht. Die Respiration ist schneller, die Pause verschwindet. Es zeigen sich die Symptome der Gehirnerregung, der Puls geht schneller, die Gefäße werden weiter, die Hände werden warm, der Körper fiebert, wie bei der ersten Form besteht Druckerhöhung. Ihr ist das Weinen eigen.

Dagegen bemerkt aber M. Brahn[1]):

„Sieht es der Verfasser als erwiesen an, daß bei der Verbindung von Gefühlen mit organischen Veränderungen diese primär sind, so ist es für ihn eine logische Unmöglichkeit, den Verlauf bei den durch Vorstellungen erzeugten Gemütsbewegungen sich anders zu denken: Die Aufeinanderfolge ist hier Vorstellung, zirkulatorisches Phänomen, Gemütsbewegung. Eine Vorstellung wirkt auf das Vasomotorensystem erregend oder hemmend, je nachdem sie eine große Reihe ins Bewußtsein tretender und zugleich leichter Assoziationen erweckt, oder unsere gewohnten Gedankenverbindungen hindert . . . Eine Art Herbart'scher intellektualistischer Anschauung."

Auch hat Kraepelin gezeigt, daß bei Manischen und Alko-

1) Zeitschrift für Psychol. Physiol. der Sinnesorg. 1897. S. 389.

Digitized by Google

holikern im Zustande der Trunkenheit vielmehr die Ideenassoziation herabgesetzt ist.

Durch A. Binet und E. Courtier scheint die vasomotorische Gefühlstheorie Lange's nunmehr experimentell widerlegt.

Durch ein heftiges Geräusch oder eine starke Hautreizung wird in der Versuchsperson ein meist sehr unangenehmes Gefühl erregt: sobald dasselbe geschwunden ist, hat die Person es zu sagen („fin"), ein Zeichen auf der Trommel läßt diesen Zeitpunkt mit dem der vasomotorischen Reaktion vergleichen. „Es kam selten vor, daß die Person ‚fertig' sagte, bevor die Gefäßverengerung begann, häufiger wurde das Zeichen während des Beginnes der Gefäßverengerung gegeben, während der Periode des Sinkens manchmal auch auf dem Höhepunkt der Verengerung stets vor dem Abschluß der Gefäßverengerung." Daraus steht fest, daß der Höhepunkt des Affektes erreicht ist, wenn die Vasomotoren noch nicht in Tätigkeit getreten sind. Schon die langsame Reaktion des Vasomotorensystems gegenüber plötzlich auftretenden Gefühlen verbietet, beide zu identifizieren.

Als Beweis gegen die rein physiologische Fassung dienen auch neueste Untersuchungen N. Vaschide's über den Einfluß der Affekte auf den Puls, also auch auf das Herz, das am feinsten auf alle seelischen Zustände reagiert. Er untersuchte den Rhythmus des Pulsschlages bei den zwei am deutlichsten entgegengesetzten Affekten: der Freude und dem Schmerze, und fand keine tiefgreifenden Unterschiede in ihren Wirkungen, etwas größere bei starker, fast gar keine bei gemäßigter Freude und Trauer.

Starke Freude bewirkt schnelle und starke Zunahme der Pulsfrequenz. Dieselbe nimmt rasch, ziemlich gleichmäßig ab, nach 5' ist der normale Zustand zurückgekehrt. Starker Schmerz erzeugt auch schnelle, aber etwas stärkere Zunahme der Pulse, dann folgt raschere, ungleichmäßige Abnahme bis unter die Norm, dann Aufsteigen zur normalen Zahl. Bei mäßigen Affekten ist der Unterschied analog aber viel geringer. Bei jeder Art starker Erregung, nicht bloß schmerzlicher, tritt anfangs ein auffallendes, sehr kurzes Beharren des Rhythmus auf, z. B. vier Pulsschläge in den ersten 5". Die physiologische Stärke fällt also mit der psychologischen nicht zusammen.

Es ist folglich der Unterschied zwischen Freude und Schmerz ein psychologischer, kein physiologischer; denn die geringen Unterschiede, welche die Pulse zeigen, stehen in gar keinem Verhältnisse zu dem ungeheuren Gegensatz, der zwischen Freud und Leid gefühlt wird.

Der Einfluß dagegen des Seelischen auf den Körper soll damit nicht geleugnet sein. Selbst rein geistige Arbeit, wie Kopf-

Digitized by Google

rechnen beeinflußt Atmung und Puls. Konstant fällt die Pause zwischen Inspiration und Exspiration aus. Die Atmung wird regelmäßiger, aber die Amplitude kleiner. Der kapillare Puls zeigt bei intensivem Denken Verkleinerung der Amplitude, Niveausenkung und Veränderung in der Dikrotie. Bei dem Radialpuls treten die respiratorischen Schwankungen deutlicher hervor, die Spannung wird höher, der Herzschlag beschleunigt.[1])

Die eingehendsten Untersuchungen darüber hat A. Lehmann[2]) angestellt.

Stark unlustbetonte Empfindungen bewirken sogleich ein Stocken der Atmung, gefolgt von einigen tiefen Atemzügen, worauf diese mehr oder weniger unregelmäßig wird. Das Volumen zeigt starke und oft anhaltende Senkung mit bedeutender Abnahme sowohl der Pulshöhe als der Pulslänge . . . bei schwächerer Unlust fängt die Pulslänge auch zu wachsen an, wenn das Volumen steigt; ist die Unlust eine sehr starke, so nimmt die Pulslänge während der ersten Steigung noch ferner ab, fängt aber regelmäßig zu wachsen an, bevor das Volumen sein ursprüngliches Niveau erreicht hat; die Pulslänge ist hier jedoch gewöhnlich noch bedeutend kleiner als die Norm. Nur bei starken Kältereizen findet eine Ausnahme hiervon statt, indem die Pulslänge meistens die Norm überschreitet, sobald das Volumen zu wachsen anfängt.

„Während einer deprimierten Stimmung ist das Volumen vermindert und die Pulshöhe subnormal."

„Einfache lustbetonte Empfindungen und andere nur wenig zusammengesetzte Lustzustände äußern sich durch Pulserhöhung und Pulsverlängerung, während das Volumen gewöhnlich nur im Anfang der Reizung ein geringes Sinken zeigt. Selten oder nie sieht man jedoch alle drei Veränderungen in derselben Kurve hervortreten. Je geringer die Konzentration der Aufmerksamkeit ist, um so mehr treten die charakteristischen Äußerungen der Lustgefühle hervor."

„Ein äußerer Reiz muß bis zum Bewußtsein vordringen, um organische Reaktionen verursachen zu können."[3])

1) „La Circulation capillaire de la main dans ses rapports avec la respiration et les actes psychiques." Année psychol. II. 1896. Revue philos. 1899. La peur et le mécanisme des émotions. Observations sur le poul radial pendant les émotions. Vgl. Zeitschr. f. Psych. und Phys. d. S. 1900. 23. Bd. S. 146 f.

2) Die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände. Übersetzt von Bendixen. Leipzig 1899 1901.

3) Dies letztere wird von M. Brahn bestritten. Vgl. Philos. Studien von Wundt 1901. 18. Bd. „Experimentelle Beiträge zur Gefühlslehre." S. 127.

Digitized by Google

Zum Beweise des letzten Satzes wurden Experimente mit Hypnotisierten ausgeführt, welche bei suggerierter Analgesie, selbst bei stark schmerzhaften Reizen nur schwache Andeutungen von Schmerzreaktion zeigten. Im übrigen wirkt die suggerierte lustvolle und unlustvolle Empfindung gerade so wie der betreffende normale Reiz.

Die Experimente überzeugten Lehmann von der Unhaltbarkeit der Lange'schen Gefühlstheorie: die körperlichen Bewegungen treten erst *nach* den Gefühlen auf. Er stimmt mit James, der diese Theorie nun auch aufgegeben hat, überein, indem er erklärt:

„Die Gefühlsbetonung ist als ein an einen gegebenen Vorstellungsinhalt geknüpftes psychisches Moment zu betrachten, das sich nicht aus körperlichen Veränderungen ableiten läßt; im Gegenteil sind letztere zum Teil davon abhängig, ob die Gefühlsbetonung vorhanden ist oder nicht. Organempfindungen, die von körperlichen Störungen herrühren, welche durch ein primäres Gefühl hervorgerufen werden, werden denjenigen Zuständen einverleibt, welche wir Affekte nennen."

P. *Zoneff* und E. *Meumann* haben einen bedeutenden Fortschritt über Lehmann hinaus hauptsächlich darin getan, daß sie die *Atmung* als das empfindlichste Symptom der Gefühle erkannten. Sie fanden:

„Alle Lustzustände vermindern die Atemtätigkeit, alle Unlustzustände dagegen vermehren dieselbe." [1])

Als Fortsetzung des Artikels von *Zoneff* und *Meumann* erschien in dem „Archiv für die gesamte Psychologie" [2]) der Aufsatz von M. *Kelchner*: „*Die Abhängigkeit der Atem- und Pulsveränderung vom Reiz und vom Gefühl.*" [3])

Es werden zunächst die Versuche von Lehmann kritisiert. „Volumen und Herzfrequenz sind innerhalb gewisser Grenzen *unabhängig* von einander variabel", während Lehmann die Pulsschläge aus den Volumveränderungen berechnet.

In betreff der Atem-Untersuchung fällt auf „wie wenig ausdrucksvoll die Atemkurve im ganzen ist"; das wird schon durch das tägliche Leben widerlegt. Er unterscheidet nicht zwischen thorakaler und abdominaler Atmung, die durch Lust, Unlust und Aufmerksamkeit verschieden modifiziert werden.

Gegen Lehmann in Übereinstimmung mit Meumann und Zoneff wurde in den meisten Fällen ein verlangsamter Puls als Symptom

1) Philos. Studien von W. Wundt. 1901. 18. Bd. „Über Begleiterscheinungen psychischer Vorgänge in Atem und Puls." S. 1 ff.

2) 5. Bd. 1905. S. 1.

3) Fortsetzung von Zoneff's und Meumann's Artikel: „Über Begleiterscheinungen psych. Vorgänge in Atem und Puls" in Phil. Stud. 18. Bd. S. 1.

Digitized by Google

der willkürlichen Aufmerksamkeit erkannt. „Wir konnten uns nicht überzeugen, daß der Reiz als solcher keine organischen Veränderungen zu bewirken vermag, wenn der durch ihn normalerweise bedingte physische Zustand ausbleibt. Er bewirkt sie, jedoch in abgeschwächter und modifizierter Form.“ „Lehmann hat dagegen bewiesen, daß der normale Zustand des Bewußtseins Voraussetzung ist für eine normale Gefühlsreaktion.“ In der Narkose, bei suggerierter Analgesie, in der Hypnose konnte bei totaler Bewußtseinsausschaltung allerdings der Reiz die körperliche Reaktion bewirken.

„Bei Lust ist der Puls beschleunigt, wenn sie durch Geschmacksreize hervorgerufen wird, und verlangsamt, wenn Töne und Farben als Reize dienen.“ „Die Intensität des Gefühls geht aber nicht dem Grad der Pulsbeschleunigung parallel.“ Der Atem ist in 78 % der Fälle beschleunigt und in 76 % verflacht. Die Unlust beschleunigt meistens den Puls und zwar um so mehr, je stärker sie ist. Beim Atmen wurden keine übereinstimmende Resultate erzielt. Dies erklärt sich unter anderm aus dem qualitativen Unterschiede, der zwischen den Reaktionen starker und schwacher Unlust besteht. „Wir ersehen hieraus, daß ein einfacher qualitativer Gegensatz im Ausdruck der Lust und Unlust nicht ohne weiteres behauptet werden kann.“ „Die Ausdruckserscheinungen des Gefühls im Atem müssen, wahrscheinlich infolge seiner Modifizierbarkeit durch den Willen, unter einem ganz anderen Gesichtspunkte betrachtet werden, als diejenigen im Pulse. . . Der Befund weist einerseits auf die Möglichkeit hin, innerhalb gewisser Grenzen Puls und Atem als unabhängige Veriabele zu betrachten, andererseits bezeugt er die Wesensverschiedenheit dieser Funktionen in ihrer Bedeutung als Ausdruck des Gefühls.“ Als Begleiterscheinungen der Spannung ergibt sich „ein beschleunigter Puls und eine gehemmte Respirationstätigkeit“. Der Ausdruck des Schmerzes war kein einheitlicher. Der Schreck bewirkt eine Pulsbeschleunigung; der Atem anfangs sehr unregelmäßig, im allgemeinen nimmt seine Frequenz zu. Gefühle, durch reproduzierte Vorstellungen erzeugt, zeigten eine quantitative und qualitative Gleichartigkeit des Ausdrucks wie die durch Wahrnehmungen hervorgerufenen. — „Bei gewissenhafter Selbstbeobachtung ist die Übereinstimmung der Ausdrucksvorgänge mit dem subjektiven Erlebten eine überraschende.“ Nach Lehmann sollen die körperlichen Reaktionen später eintreten als das Gefühl; seine Versuche beweisen das nicht; mit Meumann und Zoneff muß die Gleichartigkeit behauptet werden.

Sherrington glaubt die Lange-James'sche Gefühlstheorie

Digitized by Google

dadurch widerlegen zu können, daß er einen Hund anästhesierte und also alle jene Empfindungen von inneren Vorgängen beseitigte, welche nach jener Theorie die Gefühle ausmachen. Es erfolgten nämlich trotzdem alle Bewegungen, welche normal bestimmte Gefühlserregungen begleiten.[1])

Dagegen macht Myers und wohl nicht ganz mit Unrecht geltend, daß jene Bewegungen auch ohne Gefühle eintreten können. Geeignete Reize bewirken auch bei einem enthirnten Hunde Schweifwedeln, Zurücklegen der Ohren, Erweiterung der Pupillen.[2])

Gegen Myers ist aber doch zu bemerken, daß wohl manche einfachere Bewegungen rein reflektorisch erklärt werden können, nicht aber alle.

Den stärksten Beweis gegen die physiologische Gefühlstheorie liefert uns aber die Tatsache, daß es neben den sinnlichen Gefühlen auch geistige gibt.

Durch die Ausdrucksmethode hat man die Richtigkeit der Wundt'schen Einteilung der Gefühle zu widerlegen oder zu bestätigen gesucht. So Titchener.[3])

Der Lust-Unlusttheorie hat Wundt eine vollständigere entgegensetzen zu müssen geglaubt: Lust-Unlust, Erregung (exzitierendes Gefühl)-Hemmung (deprimierendes Gefühl), Spannung-Lösung.

Dagegen bemerkt Titchener:

1. Zwischen Spannung und Lösung besteht kein Gegensatz, wie er in der Wundt'schen Aufstellung angenommen wird, sondern wir haben nur die Extreme einer qualitativ gleichen Intensitätsreihe: absolute Spannung ist maximaler Unterschied von Lösung, absolute Lösung bedeutet den Nullpunkt der Spannung. „Die Gegenspannung" ist der Gegensatz zur Spannung, „so daß die ganze Gefühlsreihe von Spannung durch Lösung (Nullpunkt) bis zu einem dynamischen (als aktiv gefühlten) Gleichgewicht laufen muß." Dasselbe gilt von dem anderen Paar: Erregung-Beruhigung. Die Beruhigung ist der Nullpunkt der Erregung, den Gegensatz bildet die aktiv gefühlte Hemmung. Wundt selbst bezeichnet gelegentlich „Hemmung" und Beruhigung als gleichbedeutend; aber gewiß ist gefühlte Hemmung und gefühlte Beruhigung nicht dasselbe, geschweige, daß beide identisch mit Depression wären. Es müßte also vielmehr folgendes Schema aufgestellt werden: Lust-(Indifferenz)-Unlust, Spannung-(Lösung)-Gleichgewicht, Erregung-

1) Nature 1900 p. 328 ff.

2) Mind 1901. p. 114 f.

3) Zur Kritik der Wundt'schen Gefühlslehre. Zeitschrift für Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane. 1899.

Digitized by Google

(Beruhigung)-Hemmung. Es kommt also das logische Schema: Gefühl-Gegengefühl bei Wundt mit der inneren Erfahrung in Konflikt.

2. Nach Wundt bedeutet Lust-Unlust eine Qualitäts-, Erregung-Beruhigung eine Intensitäts-, Spannung-Lösung eine Zeitrichtung der Gefühle. Aber warum sollen die räumlichen Verhältnisse ausgeschlossen bleiben? Darum muß noch ein viertes Paar: Expansion-(Ruhe)-Kontraktion hinzugefügt werden.

Im „Grundriß" kommt wieder ein anderer Einteilungsgrund zur Geltung: Modifiziert ein Gefühl den gegenwärtigen Zustand des Bewußtseins, so heißt es Lust-Unlust, übt es Einfluß auf den folgenden Zustand, so heißt es Erregung oder Hemmung. wird es durch den vorhergehenden bestimmt: Spannung oder Lösung; hier wird also bloß der zeitliche Verlauf als maßgebend bezeichnet: jedenfalls eine sehr gewagte Hypothese.

Experimentell konnte Verf. die Wundt'sche Theorie durch die Selbstbeobachtung eines jungen Amerikaners während des spanisch-amerikanischen Krieges, der auf das Gefühlsleben eines Patrioten mächtig einwirken mußte, widerlegen. Derselbe, obgleich der Theorie Wundt's zugetan, konnte doch nur die Lust-Unlusttheorie an sich bestätigt finden.

Dagegen versucht M. Brahn[1]) eine Verteidigung der Dreipaar-Gefühlstheorie, auf psychologischem und physiologischem Wege.

Bei Applizierung verschiedener Reize zeigte sich, daß die Reagenten mit angenehm, unangenehm nicht auskommen, sondern „Erregung" und „Beruhigung" fühlten. Das Metronom weckte „Spannung" und „Lösung".

Inbezug auf die begleitenden physiologischen Erscheinungen konstatierten die Experimente:

„Schon untermerkliche Reize können eine Pulsänderung erzeugen und zwar eine kleine Verlängerung des Pulses. Es ließen sich unter dem Einfluß der verschiedenartigsten Reize stets nur drei Formen paarweiser Pulsveränderungen feststellen. Sie entsprechen genau den drei Gefühlsformen . . . Der Lust entspricht Verlängerung und Erhöhung, der Unlust Verkürzung und Erniedrigung des Pulses. Der Erregung entspricht Erhöhung, der Beruhigung Erniedrigung des Pulses. Der Spannung entspricht Verkürzung, der Lösung Verlängerung des Pulses; beiden außerdem gegensätzliche Veränderungen in der Dikrotie. Die drei Gefühlsrichtungen unterscheiden sich in ihren Pulswirkungen so, daß zuerst die Wirkungen von Erregung-Beruhigung, dann diejenigen von

1) Experimentelle Beiträge zur Gefühlslehre, Philos. Stud. 1901. 18. Bd. S. 126.

Digitized by Google

Lust-Unlust, zuletzt die von Spannung-Lösung auftreten. In vielen Fällen entspricht die Stärke der Pulsänderungen der Intensität des begleitenden Gefühles. Die Erscheinungen des Spannungsgefühls zeigen ein periodisches Stärker- und Schwächerwerden, welches den Schwankungen der Aufmerksamkeit entspricht."

Dagegen wieder Titchener[1]) in Philos. Stud. 19. Bd. Festschrift zu Wundt's 70. Geburtstag II:

Die Untersuchungen mit Tönen, Farben, Gerüchen bestätigen die Lust-Unlusttheorie gegen die Wundt'schen drei Gefühlspaare. Die Wundt'schen Gegensätze bedeuten „nicht Gegensätze der reinen Gefühle, sondern vielmehr Gegensätze der einfachsten Gefühlsgebilde" (ähnlich den Stumpf'schen Verschmelzungen). „Darnach hätten wir im konkreten Erlebnis angenehme und unangenehme, angenehm erregende und unangenehm erregende, angenehm beruhigende und unangenehm deprimierende usw. Gefühle."

Von W. Gent[2]) wird die Veränderung des Volumpulses bei den drei von Wundt angenommenen Gefühlspaaren untersucht, ohne jedoch für die Wundt'sche Theorie Stellung zu nehmen.

Für kurzdauernde Spannung ist die Pulsverlängerung charakteristisch. Das chronische Spannungsgefühl zeigt niedriges Niveau der Volumkurve, Pulserniedrigung und Verlängerung. Das Lösungsgefühl zeigt physiologisch konträre Symptome zum Spannungsgefühl. Die Pulsverkürzung ist das sicherste Symptom. Bei gleichzeitigem Unlust-, Spannungs- und Erregungsgefühl „sinkt die Volumkurve beim ausgesprochenen Unlustgefühl immer sehr stark unter das normale Niveau, wobei die Pulshöhen enorm reduziert werden können (auf das sieben- bis zehnfache)." Bei Vereinigung von Lust und Spannung „erzeugt das Gefühl der Lust immer ein Anschwellen des Armvolumens mit Zunahme der Pulshöhen." Das Erregungsgefühl bewirkt Abflachung der Atmung, Beschleunigung und zeitweise Unregelmäßigkeit. Das Armvolumen nimmt ausnahmslos zu; aber nie so stark, wie man es beim Lösungs- oder Lustgefühl beobachtet. Bei der „Beruhigung" verhält sich Atmung und Puls entgegengesetzt zum Erregungsgefühl. „Die Atmung innerhalb der Reizphase wird langsamer und flacher, sie dehnt sich. Die Volumkurve sinkt nicht sofort zu Beginn der Suggestion, sondern allmählich unter Herabminderung der Pulshöhe und unter Pulsver-

1) „Ein Versuch, die Methode der paarweisen Vergleichung auf die verschiedenen Gefühlsrichtungen anzuwenden."

2) Volumkurven bei Gefühlen und Affekten. Philos. Studien, 1902. 18. Bd. S. 715.

Digitized by Google

längerung." Der exzitierende Affekt macht die Atmung unregelmäßig. Das Armvolumen unterliegt Schwankungen, die aber andauernd nicht zu hoch und nicht zu niedrig sind. Unter dem Einfluß *lustvoller* Affekte wird die Atmung etwas frequenter. Das Sinken des Pulses ist nicht mit Verminderung der Pulshöhe verbunden; anfangs ist der Puls verkürzt, der Blutdruck hoch. Die *asthenischen* Unlustaffekte bewirken eine Senkung des Armvolumens. Die Pulse sind verlängert. Bei den asthenischen Unlustaffekten sinkt das Armvolumen stark unter Verminderung der Pulshöhe. Die Pulse sind durchweg *verkürzt*."

J. *Orth*[1]) tritt wieder für die Lust-Unlusttheorie ein, indem er alle entgegenstehenden Theorien, die von Wundt mit 3, die von Lipps mit 2, bezw. sehr vielen Gefühlsdimensionen usw. widerlegt.

Erregung und Spannung hängen einerseits von den zeitlichen und Intensitätsverhältnissen des Ablaufes des Gefühls ab, andererseits von der Empfindung der körperlichen Begleiterscheinungen ab. Dazu kommt aber noch die „Bewußtseinslage, welche der Verf. glaubt experimentell nachgewiesen zu haben. Diese von *Külpe* und *Marbe* neu eingeführte psychischen Tatsache ist weder Vorstellung noch Urteil, weder Gefühl noch Streben, sondern etwas ganz Eigenartiges, ein nicht weiter noch analysierbares dunkles Etwas. Zum Beweise der Existenz derselben führt er an, „daß die Bewußtseinstatsachen vielfach von Fransen von Bewußsein, die sich einer näheren Bestimmung entziehen, umgeben sind."

Dagegen bemerkt *Witasek* in einer Besprechung der Schrift mit Recht, daß es vorläufig doch korrekter ist, statt einen neuen Tatbestand zu konstatieren, von weniger bewußten Urteilen, Vorstellungen, Gefühlen zu sprechen.[2])

Das Verhältnis des Gefühls zur *Vorstellung* wurde geprüft von E. W. *Scripture*.[3]) Der Verf. versucht auf experimentellem Wege die Frage zu entscheiden, ob das Gefühl wie die Vorstellung selbständige Akte oder nur zwei Seiten eines und desselben Aktes seien.

Er fand nun, daß bestimmte Farben ganz bestimmte Gefühle ohne begleitende Vorstellungen erzeugten, z. B. hellgrün — unangenehmes Gefühl, dunkelgrün — Neigung zur Traurigkeit, Karmin — angenehm, anregend. Dies spricht für die Selbständigkeit des Gefühls, wie ja auch die Vorstellung selbständig ohne Gefühl sein kann. Doch

---

1) Gefühl und Bewußtseinslage. Eine kritisch-experimentelle Studie. Zürich. 1903.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1905. 37. Bd. S. 154.

3) Vorstellung und Gefühl. Philos. Stud. 1890. S. 536.

Digitized by Google

will er auch der anderen Ansicht ihr Recht zuerkennen, indem er vermutet, es sinke in den Fällen des selbständigen Auftretens des Gefühls die Vorstellung bis ins Unbewußte, ohne darum vollständig aus der Seele geschwunden zu sein, und ebenso könne das Gefühl bis zur Unbewußtheit herabsinken.

Von G. W. Störring haben wir einen Aufsatz: „Zur Lehre vom Einfluß der Gefühle auf die Vorstellung und ihren Verlauf.“[1])

Der Verf. unterscheidet zwischen normalem und abnormalem Seelenleben. Inbezug auf ersteres kommt es vor, daß eine Vorstellung sich „gewissermaßen zu einem Summationszentrum für die mit ihr jemals verbundenen Gefühle gestaltet“. Sogar auf die richtige Muskelbewegung wirken Lust- und Unlustgefühle ein. Auch auf die Reproduktion der Vorstellungen wirken die Gefühle günstig ein; indes sind es nicht „die Gefühle selbst, sondern es sind die als Folgeerscheinungen der Gefühle auftretenden Organempfindungen, welche die Reproduktion in eigentümlicher Weise bestimmen“.

Bei abnormer Steigerung der Gefühle können Zwangsvorstellungen eintreten; bei herabgesetztem Vorstellungsleben sind auch die Gefühle schwach: die Vorstellung ohne Betonung.

A. Höfler[2]) hat geglaubt, das Gefühl und seine Intensität mathematisch bestimmen zu können. Er glaubt, die Begriffe der „Arbeit“ und „Energie“, welche der Physik eigentümlich sind, ließen sich auch auf das psychische Gebiet übertragen, und auch hier gelte der Satz: A = ps, in Worten: Arbeit = Kraft × Weg. Schon näher kommt dem psychischen Gebiete die Formulierung: „Eine mechanische Arbeit ps wird dort geleistet, wo ein Weg unter einer Spannung p zurückgelegt wird.“

Die Anwendung auf die Gefühle ist folgende: „Insoweit Lust an das Verrichten psychischer Arbeit geknüpft ist, und insoweit letztere sich auf den Typus ps zurückführen läßt, wächst die Lust mit dem wachsenden s und nimmt ab mit dem wachsenden p.“ „Wir sind um so vergnügter, je ‚mehr‘ wir ausrichten und je weniger wir uns doch in jedem Augenblicke des Arbeitens anzustrengen brauchen. ... Ein dolce far niente ... mit mannigfach wechselndem Gaukelspiel von Einfällen ist der richtige Typus für einen Zustand von möglichst kleinem p; würde aber dabei das s ganz fehlen, wäre es nicht schon eine ‚angenehme Beschäftigung‘, Rauchringel aufsteigen oder zum mindesten überhaupt nur die Zeit verstreichen zu ‚sehen‘, so könnten

1) Philos. Studien. 1896. 12. Bd. S. 474.

2) Psychische Arbeit. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1894. 7. Bd. S. 44.

Digitized by Google

wir uns das far niente an sich kaum mehr als dolce denken. . . . . Verschwinden p und s (werden sie = 0), so fehlt überhaupt der unmittelbare Erreger, bezw. Gegenstand der Lust und Unlust. Bei sehr kleinen p und nicht allzukleinen, womöglich sogar recht großen s freuen wir uns oder schwelgen. Kleines s bei endlichen p gibt uns das Gefühl des Nichtvomfleckkommens—Unlust. Hiermit beantwortet sich auch die Frage, ob die Zug- bezw. Druckspannung schon die Unlust sei? Wir werden jetzt sagen: Nein, nur ihr psychischer Erreger. Und zwar denken wir uns im Fall vom Esel des Buridan die Lage immer schlimmer, je größer das p wird."

Experimentale Ästhetik.

Wir kommen nun zu den Experimenten, welche durch die Eindrucksmethode die Objekte zu bestimmen suchen, welche Gefühle der Lust und Unlust, speziell die ästhetischen Gefühle auszulösen im Stande sind.

Die ersten darauf bezüglichen Untersuchungen rührten von Zeising und Fechner her, welche die Wohlgefälligkeit des goldenen Schnittes zu begründen suchten. Zeising fand, daß Kunstwerke, Naturobjekte, geometrische Figuren, welche eine besondere Wohlgefälligkeit aufweisen, die Proportionen des goldenen Schnittes in ihren Teilen zum Ausdruck bringen, nämlich die Teilung eines Ganzen in zwei ungleiche Teile, so daß der größere zum Ganzen sich verhält, wie der kleinere zum größeren. Am menschlichen Körper, dem schönsten Natur- und Kunstobjekt, hat er diese Teilung vielfach wiederholt gefunden. Fechner zeigte Hunderten von Versuchspersonen Figuren, z. B. Rechtecke von verschiedenem Verhältnis der Seiten zu einander, und im Durchschnitt erklärten sie diejenigen für die schönsten, deren zwei aneinanderstoßende Seiten sich verhielten wie der Major zum Minor der Proportion des goldenen Schnittes.

Sehr sorgfältige Messungen an Naturgegenständen, namentlich an Insekten, dann aber auch an Kunstwerken hat F. X. Pfeifer[1]) angestellt, um den goldenen Schnitt an ihnen nachweisen zu können, bezw. die Lame'sche Reihe, welche aus Gliedern eines Kettenbruchs besteht, die Näherungswerte des Verhältnisses des goldenen Schnittes: 1 : 1,618 darstellen.

---

1) Der goldene Schnitt. Augsburg 1885. Ausführlich haben wir darüber gehandelt in der Abhandlung: „Der goldene Schnitt in Mathematik, Natur und Kunst." Natur u. Offenb. 1887. Kürzer in Lehrb. der Psychologie 3. Aufl. S. 242 ff. 4. Aufl. S. 255 ff. Allgem. Metaphysik 3. Aufl. S. 153 ff.

Digitized by Google

Eine von Fechner etwas abweichende Methode wurde angewandt von L. Witmer.[1]) Er bespricht zunächst die bezüglichen Arbeiten von Zeising und Fechner, veröffentlicht ungedruckte Forschungen von Fechner, worunter besonders Versuche über die Wohlgefälligkeit von Ellipsen, und gibt dann eine neue von ihm angewandte „Wahlmethode".

Dieselbe wurde in der Weise angestellt, „daß die den Versuchspersonen zur ästhetischen Beurteilung vorgelegten Figuren nicht eine beschränkte Anzahl, sondern eine vollständige Reihe von Größenverhältnissen in stetiger Abstufung bildeten." Indem nun diese Methode auf eine große Zahl einfacher Formverhältnisse: Kreuze, Winkel, Kreissegmente, Ellipsen usw. angewandt wurde, ergab sich, daß neben der Gleichheit ein Gebiet wohlgefälligster ästhetischer Proportionalität festgestellt werden konnte. Die Durchschnittsproportion der Wohlgefälligkeit für alle Versuche war 1 : 1,635, oder in hinlänglich genauen Näherungswerten 3 : 5, oder 5 : 8, welche sich der Proportion des goldenen Schnittes auffallend nähert.

Die Wohlgefälligkeit dieses Verhältnisses findet Verf. nicht in Assoziationen; auch „nicht als eine wohlgefällige kompliziertere Gleichheit ist die ästhetische Proportionalität aufzufassen, sondern vielmehr als eine wohlgefällige Verschiedenheit, die unmittelbar gegeben ist, als eine Verschiedenheit einheitlich verknüpfter Teile." Auch die mathematischen Eigenschaften des goldenen Schnittes bieten keine Erklärung.

Die Resultate der Untersuchungen bestimmen den Verf., das Verhältnis „den ästhetischen Kontrasterscheinungen zuzurechnen".

Eine tiefere Erklärung der Wohlgefälligkeit sucht Lipps[2]) zu geben. Er polemisiert gegen die Erklärung, welche Wundt von dem Wohlgefallen an der Konsonanz, Harmonie, an einfachen räumlichen Gebilden, insbesondere an dem goldenen Schnitt gibt. Inbezug auf letzteren meint Wundt, der goldene Schnitt habe vor der wohlgefälligen Symmetrie insofern den Vorzug, als er nicht nur jeden Teil, sondern auch das Ganze als Proportionsglied enthält.

Witmer fand, „daß sich das wohlgefälligste Größenverhältnis dem Verhältnis zwischen dem Minor und Major des goldenen Schnittes nirgends so sehr nähert, wie dann, wenn es

1) Zur experimentellen Ästhetik einfacher räumlicher Formverhältnisse. Philos. Stud. 1894. 9. Bd. S. 96, 209.

2) Zur Lehre von den Gefühlen, insbesondere den ästhetischen Elementargefühlen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1895. 8. Bd. S. 321.

Digitized by Google

als Verhältnis der Seiten eines Rechtecks gegeben ist. Hier nun ist das ‚Ganze', d. h. die Summe der Seiten, gar nicht vorhanden, es besteht also für die Wahrnehmung auch nicht die Gleichheit des Verhältnisses zwischen Minor und Major einerseits und des Verhältnisses zwischen dem Major und dem Ganzen andererseits".

Dagegen sucht der Verf. die Wohlgefälligkeit auf ein allgemeineres Gesetz der Lust an räumlichen Formen zurückzuführen. „Ich finde einen solchen allgemeinen Grund in dem Sich-Aufrichten und Sich-Ausbreiten der räumlichen Gebilde, ihrem Sich-Krümmen und Sich-Strecken, Sich-Ausweiten und -Verengen usw., ich finde ihn, genauer gesagt, in den mit diesen und mancherlei anderen Namen bezeichneten räumlichen Verhaltungsweisen, Funktionen, raumbildenden und formerzeugenden Faktoren." Auf unseren Fall angewandt, repräsentiert jedes vom Quadrat deutlich unterschiedene Rechteck seinem Hauptcharakter nach das Sich-Aufrichten oder das Sich-Ausdehnen oder Sich-Gehenlassen in die Breite: es „steht" oder „liegt".

„Zugleich ist im einen Falle mit dem Sich-Aufrichten eine gewisse Ausdehnung in die Breite, im anderen mit dem horizontalen Sich-Ausbreiten ein gewisses Maß der Ausdehnung nach oben verbunden. Und diese Verhaltungsweisen oder Funktionen stehen, obgleich in ihrer Wirkung, d. h. zunächst in ihrer Richtung durchaus verschieden und selbständig, doch nicht isoliert neben einander, sondern wirken zusammen und geben in ihrem Zusammenwirken dem Rechteck seine einheitliche Form.

„Überall nun, wo dergleichen der Fall ist, d. h. überall, wo an sich eigenartig wirkende, in diesem Sinne selbständige raumbildende Faktoren zu einem einheitlichen räumlichen Formganzen zusammenwirken, hat es ästhetischen Wert, wenn einer der Faktoren als der herrschende und damit den Grundcharakter des Ganzen eindeutig bestimmende erscheint. Es gewinnt eben dadurch das Ganze das, was man im prägnanten Sinne den ‚Charakter' nennt. Andererseits verträgt sich damit nicht nur, daß auch der zurücktretende oder sich unterordnende Faktor zu entschiedener Geltung komme oder seine Eigenart deutlich verwirkliche, sondern es erscheint uns wünschenswert, daß er dies in dem Maße tue, als es jene Forderung der eindeutigen Charakterbestimmtheit erlaubt, in dem Maße also, als durch sein relatives Hervortreten die Herrschaft jenes herrschenden Faktors nicht in Frage gestellt erscheint. . . . Dieses Formgesetz . . . verwirklicht sich beim Rechteck naturgemäß dann, wenn das Sich-Aufrichten oder das in die Breite Sich-Dehnen deutlich überwiegt, wenn also das Rechteck entschieden als ein stehendes oder liegendes erscheint, so entschieden, daß

Digitized by Google

das Stehen oder Liegen als sein Grundcharakter oder als sein eigentliches ‚Wesen' erscheint, zugleich aber die andere Art der Ausbreitung die Geltung gewinnt, die sie unter dieser Voraussetzung gewinnen kann. . . . Dieses Rechteck kann nun gar nicht umhin, ein Verhältnis seiner Seiten dem Verhältnis zwischen Minor und Major des goldenen Schnittes sich zu nähern."

Darnach hat P. J. Helwig eine mathematische Bestimmung des Schönen gegeben.

Fechner fand experimentell, daß diejenigen Rechtecke seinen Versuchspersonen am besten gefielen, deren Seiten im Verhältnis des goldenen Schnittes zu einander stehen. Dagegen fand Lightner — Witmer (Philos. Studien. 1894. S. 96 ff., 209 ff.) durch die Methode der paarweisen Vergleichung einer kontinuierlich geordneten Reihe von verschiedenen Rechtecken, die einer Anzahl von Personen vorgelegt wurden, ein doppeltes Schönheitsmaximum. Das eine lag bei dem Verhältnis 1 : 1, also beim Quadrat, das andere bei 1 : 1,651, und nicht bei 1 : 1,618 (goldener Schnitt); allerdings variierten seine Durchschnittsverhältnisse zwischen 1 : 1,527 und 1 : 1,872, in deren Mitte ungefähr 1 : 1,618 liegt. Aber das hält Verf. für Zufall; das schönste Verhältnis stellt ihm ein Mittelwert zwischen zwei Extremen dar, die entschieden häßlich sind, nämlich zwischen den dem Quadrate naheliegenden Rechtecken (verunglückten) schlechten Quadraten und sehr langgestreckten „Quadraten".

Diesen Gedanken hat nun Helwig[1]) aufgegriffen und zu zeigen gesucht, daß die Schönheit durch ein geometrisches Mittel ausgedrückt werden könne. Zwischen zwei extremen Fällen a und b ist die Wurzel aus ab, das geometrische Mittel, der Schönheitswert.

Als Begründung führt er die Enge unseres Bewußtseins an. „Wir bilden unwillkürlich aus allen gesehenen Formen einen Mittelwert wegen des geistigen Strebens, viele Dinge derselben Art zu gleicher Zeit als ein Ding im Bewußtsein zu haben."

Aber dann wären die universalsten, abstraktesten Begriffe die schönsten. Ferner, bemerkt mit Recht K. Lange dagegen, ist nicht das Durchschnittliche, sondern auch, und noch mehr, das „Übermäßige" = Ideale, Gegenstand des Gefallens.[2])

Über die ästhetische Wirkung der Farben hat J. Cohn[3]) Experimente veröffentlicht.

1) Eine Theorie des Schönen. Mathematisch-psychologische Studie. Amsterdam 1897.

2) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane. 1898. 16. Bd. S. 417.

3) Experimentelle Untersuchungen über die Gefühlsbetonung der Farben, Helligkeiten und ihrer Kombinationen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1895. 8. Bd. S. 562.

Digitized by Google

„1) Von zwei Nuancen derselben Farbe gefällt die gesättigtere besser. Auch unter einer Reihe verschiedener Farben werden im allgemeinen die gesättigteren bevorzugt. Unter annähernd gleichgesättigten Farben scheint die Bevorzugung auf rein individuellen Neigungen zu beruhen. Nur das Gelb dürfte für die Mehrzahl hinter den anderen Farben zurückstehen, auch wenn es ganz gesättigt ist. . . . 2) Gleiche Wohlgefälligkeit der Komponenten vorausgesetzt, ist eine Kombination von zwei Farben um so wohlgefälliger, je weiter die Komponenten von einander verschieden sind. . . . 3) Zwei farblose Helligkeiten passen um so besser zusammen, je verschiedener sie sind. . . . 4) Kombiniert man eine Farbe mit einer farblosen Helligkeit, welche man variiert, oder zwei Farben, von denen man eine in ihrer Helligkeit variiert, so macht sich ebenfalls ein Vorzug des größeren Helligkeitsunterschiedes vor dem geringeren bemerkbar. . . .“ Als allgemeine Regel ergibt sich daraus, „daß auf dem Gebiete des Gesichtssinnes die möglichst große Verschiedenheit an einander grenzender Eindrücke das Wohlgefälligste ist.“

Theoretisch läßt sich dies Wohlgefallen nicht nach Analogie der musikalischen Harmonie und auch nicht allein durch Kontrastverhältnisse bestimmen; dies zeigt die Wohlgefälligkeitskurve. Verf. findet den Anfang einer Theorie in dem Satze: „Die Verschiedenheit benachbarter Gesichtsempfindungen wirkten um so mehr lusterregend, je größer sie ist.“

Über den Rhythmus hat E. Meumann in einer Reihe von Abhandlungen in den „Philos. Studien“ von Wundt gehandelt.[1]) Er gibt zunächst eine historische Übersicht und Kritik der bisherigen sehr unvollkommenen und einander widersprechenden Ansichten über das Wesen des Rhythmus. Die einen verstehen darunter „den Inbegriff der Mittel, wodurch die in mannigfaltigen Längen und Kürzen aufeinanderfolgenden Töne in gewisse Zeitformen gebracht und dadurch für Ohr und Geist faßbar gemacht werden“ (Lobe). Während Hauptmann, Westphal, Lobe, Herbart, Schopenhauer und Lotze das Wesentliche aller Rhythmusbildung in die zeitliche Gliederung der Eindrücke setzen, sieht Köstlin den Akzentwechsel der Töne als das eigentliche Rhythmische an. Niemann läßt wiederum speziell für die Musik alle rhythmischen Verhältnisse in gleicher Weise durch Intensitäts- und Qualitätswechsel der Töne wie durch die zeitliche Gliederung bedingt sein. Der Verf. will darum mittelst experimenteller Untersuchung des Takte herstellenden und Takte perzi-

1) Untersuchungen zur Psychologie und Ästhetik des Rhythmus. 1894. 10. Bd. S. 249. ff.

Digitized by Google

pierenden Subjektes die Entscheidung einiger, für alle Gebiete des Rhythmus in Betracht kommenden prinzipiellen Fragen ermöglichen.

Es wird im dritten Kapitel besprochen: Der Rhythmus des gesprochenen Verses. Elemente des Versrhythmus. Der metrische Standpunkt in der Poesie und seine Beziehungen zur Psychologie des Versrhythmus. Im vierten Kapitel: Anfänge zu experimenteller Erforschung des Rhythmus. Neuere Beobachtungen und Hypothesen.[1])

Neumann hält es noch für verfrüht, eine Hypothese zur Erklärung des Rhythmus aufzustellen solange, „bis die wesentlichsten Ergebnisse der theoretischen Forschung und Selbstbeobachtung experimentelle Beglaubigung und objektive Kontrolen erfahren haben".

„Eine solche Hypothese würde ausgehen müssen von der Gegenüberstellung der beiden großen Gebiete rhythmischer Tatsachen, dem sensorischen und motorisch-rhythmischen Gebiete." „Damit wäre auch der Ausgangspunkt für die ästhetische Forschung gegeben", die bisher vernachlässigt worden ist; nämlich die Beantwortung der Frage: „Warum sind diese Formen, Proportionen, Farbenkombinationen usw. gerade die wohlgefälligen?"

„Die allgemeine psychische Tatsache endlich, auf die das sensorisch-rhythmische Gebiet als Erklärungsgrund hinweist, sind gewisse Aufmerksamkeitsverhältnisse, Spannungsperioden, der wechselnde Umfang derselben . . . Wegen der innigen Beziehung der Aufmerksamkeitstatsache zu den Bedingungen unserer Perzeption überhaupt liegt der Gedanke nahe, daß in den Bedingungen der Perzeption sukzedierender Eindrücke überhaupt, wenn die Sukzession sich mit einer gewissen Geschwindigkeit vollzieht, der allgemeine psychologische Tatbestand gegeben ist, auf den in letzter Linie die Rhythmusperzeption zu reduzieren wäre."

„Die motorische Rhythmusbildung wies ihrerseits auf eine Anzahl Adaptionstatsachen, auf die Adaptation unserer motorischen Zentren und einen bestimmten Wechsel der Impulse nach Zeiten und Stärkeabstufungen hin."

M. Ettlinger[2]) versucht bereits eine Erklärung des Rhythmus und seiner ästhetischen Wirkung zu geben.

Nur durch die „psychologische", nicht durch die formalistische Methode kann das Wohlgefallen am Rhythmus begründet werden. Denn es gibt keine rein rhythmischen Kunstformen, sie finden sich nur in der Musik, dem Tanz und der Poesie. Die althergebrachten

1) S. 393. ff.

2) Zur Grundlegung einer Ästhetik des Rhythmus. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1899. 22. Bd. S. 161.

Digitized by Google

metrischen Schemata geben kein richtiges Bild der Zeit- und Intensitätsverhältnisse des Rhythmus, wie Meumann und Sievers gezeigt, höchstens bei sinnlosem Skandieren von Versen, gefühllosem Herabtrommeln von Musikstücken.

R. Zimmermann und Horwicz haben auf Herbart gestützt das Wohlgefallen am Rhythmus aus der Erleichterung der Zeitvorstellung erklärt: Der Rhythmus ist demnach ein „chronometrisch schönes Vorstellen", ja sogar das „Maß der Zeit"; aber nach Meumann's Versuchen verursacht der Rhythmus sogar Zeitschätzungsfehler. Dagegen stimmt Vers. Lotze bei, der in seiner „Geschichte der Ästhetik" sagt: „Der Eindruck des Rhythmus beruht auf der Anschauung einer lebendigen Tätigkeit, welche auf ihrem Wege eigentümlich verteilte Widerstände findet und sie bald steigend in ihrem Gang, bald fallend, bald verzögert, bald beschleunigt, jetzt stetig verfließend und dann mit scharfen Unterbrechungen ihres Verlaufes überwindet." Dazu führt die „psychologische Methode".

„Die Zeit ist eindimensional. In ihr ist nur eine Bewegung vorstellbar: nach vorwärts. Sie ist in jedem Vorstellungszusammenhang gegeben. Jede Bewegung, jede Veränderung wird für uns, wenn wir sie aus sich selbst verstehen wollen, sie also ästhetisch betrachten, ein Wollen, eine Tätigkeit und damit ein Spiel zweier Kräfte; denn es gibt keine Kraft ohne Widerstand. Darum ringt für uns in jeder zeitlichen Bewegung die vorwärts strebende Kraft, der unsere ganze Sympathie gehört, weil sie die positive ist, mit einer negativen Tendenz, von der man aber nicht sagen kann, sie sei entgegengesetzt gerichtet, sondern sie paralysiert. Der Gegensatz der Bewegung ist der Stillstand des ‚Jetzt'. Dieses wird nicht vorgestellt, sondern erlebt als unmittelbares in keiner Weise objektiviertes Tätigkeitsgefühl."

„Auf diesem beruht auch das Bewußtsein der Intensität einer Empfindung, und so erschließt sich uns das Verständnis der wichtigen Rolle, welche in allen zeitlichen Bewegungsformen der höheren Intensität im Dienste der sekundären, hemmenden Tendenz zukommt. In der Folge kurzer, gleichmäßiger Schläge liegt für uns ein deutlicher Anlaß zur Vorstellung der zeitlichen Bewegung des sie erzeugenden Gegensatzes der Tendenzen. Und zwar liegt die Grundlage für die positive Tendenz in dem engen zeitlichen Zusammenhang der ganzen Folge (höchstens 0,6" Distanz), für die Gegentendenz, durch deren Überwindung die positive erst deutlich wird, in der Isoliertheit und kurzen Nachdrücklichkeit der einzelnen Schläge; da diese nun aber auch die Träger des zeitlichen Zusammenhanges sind, bilden sie die Ansatzpunkte beider Kräfte. Darin liegt eine Schwierigkeit, welche

Digitized by Google

uns nicht ohne weiteres ermöglicht, ein klares Bild der Bewegung zu gewinnen. Jeder neue Eindruck, durch den sich dieselbe fortpflanzt, gebietet ihr zugleich Halt. Hier schafft die subjektive Rhythmisierung Klarheit". Sie differenziert: „Das innerliche Betonen einzelner Eindrücke ist nichts anderes als eine Hervorhebung der sekundären, hemmenden Tendenz in denselben, während in den nicht betonten die primäre das Übergewicht erhält. Durch dieses Entsprechen von Überschuß und Defizit nach der einen und der anderen Seite bildet sich zwischen den einzelnen Eindrücken ein Gleichgewichtszustand; sie fassen sich zu einem notwendigen Zusammenhang, zur organisch gegliederten Einheit, zur rhythmischen Gruppe zusammen." „Die durchgängige Einheit, welche als Gegenstand des ästhetischen Sympathiegefühls gefordert wird, ist die primäre Tendenz. Die Schwankungen nach der Seite der Gewichtigkeit erklären sich aus dem größeren oder geringeren Widerstand der sekundären Tendenz".

Smith[1]) hat den Einfluß des Rhythmus auf die Arbeit genauer geprüft, und damit sein Wesen verständlicher zu machen versucht.

„Nach der Erfahrung bei den Versuchen läßt sich vermuten, daß der Rhythmus in allen Fällen einen direkten Einfluß auf die Aufmerksamkeit und die Gefühle hat, und eben deswegen dürfte die Beobachtung eines Rhythmus speziell mit zweckvoller Tätigkeit zusammenhängen." Die Schnelligkeit des Taktes ist maßgebend und der Umstand, ob er selbst gewählt oder vorgeschrieben ist; letzteres ermüdet den Körper. „Es gibt ebenso einen Zwang zu motorischer Rhythmisierung fortgesetzter Bewegungen, wie zum subjektiven Rhythmisieren von Schalleindrücken, die in gleichen kurzen Zeiten (weniger als 2") auf einander folgen."

Man darf den Rhythmus als einen Affekt bezeichnen, dessen motorische Äußerungen und Entladungen sich nicht vollkommen frei ergehen können, wie beim gewöhnlichen Affektverlauf, sondern dessen Ausdrucksbewegungen nach einem bestimmten Schema zeitlich und intensiv geregelt sind. Der Rhythmus ist (so modifizierte Neumann die Ansicht Wundt's) ein Affekt, „der sich in geordneten Bewegungen entladet." Rhythmus ist nämlich der dem äußeren „Takt" entsprechende innere Zustand.

„Der Ursprung des Rhythmus ist überhaupt physiologisch, d. h. die regelmäßig wiederholten körperlichen Bewegungen sind die physiologischen Reize, deren geistiges Produkt der Rhythmus ist." „Die Anwendung des Rhythmus zur Regulierung der Bewegungen, deren

1) Margaret Keiver Smith, Rhythmus und Arbeit. Philos. Stud. 16. Bd. 1900. S. 71, 197.

Digitized by Google

Resultat wir Arbeit nennen, scheint aber in ihrem Ursprung rein psychisch begründet zu sein."

„Es wird keine Kraft durch den Rhythmus erspart, der Gewinn liegt scheinbar nur vorübergehend in dem dabei erregten angenehmen Gefühle, infolgedessen das Individuum seine Kraft billiger anwendet."

Der Ästhetiker Konrad Lange spricht sich in seinem „Wesen der Kunst" ziemlich stark gegen ästhetische Experimente aus. Er macht geltend, 1° daß neuerdings zu wenig Versuchspersonen herangezogen werden. Fechner hatte deren mehrere Hundert befragt, die neueren, Witmer, Cohn u. a. nur 8—10, Helwig eine einzige. Daraus können keine allgemeinen Schlüsse gezogen werden. 2° Die Versuchspersonen bringen Dispositionen mit, die der Experimentator nicht berücksichtigt. 3° Beziehen sich diese Experimente nur auf äußere, formale Seiten der Kunst, Proportionen, Farben, Rhythmen usw.

O. Külpe hat freilich Assoziation, Einfühlung, innere Nachahmung usw. dem Experimente unterworfen.[1]) Drei Herren wurden nach einander 28 Lichtbilder vorgeführt, die sie 3 Sek. lang betrachten sollten. Es wurde jedesmal ein Punkt auf dem Bilde fixiert, den sie zuerst fixieren mußten, um von ihm aus den Blick auf dem ganzen Bilde herumschweifen zu lassen. Sie mußten dann genau angeben, was ihnen gefallen, mißfallen, indifferent gewesen, worauf speziell das Gefühl reagiert und was ihnen besonders aufgefallen.

Auch gegen diese Methode richten sich wenigstens die zwei ersten Bedenken Lange's. Sodann ist die Expositionszeit viel zu kurz für einen ästhetischen Genuß. „Was haben nun diese Experimente ergeben? Nach Külpes Urteil genug, um ein ergiebiges Feld für weitere Untersuchungen zu eröffnen. Nach meinem Urteil nichts, was für die Ästhetik von irgend welcher Bedeutung wäre."

„Wer diese Urteile unbefangen überblickt, muß vielmehr den Eindruck einer völligen Anarchie gewinnen Schon inbezug auf die Frage des Gefallens, Mißfallens oder Indifferentbleibens weichen die drei Herren in mehreren Fällen so stark von einander ab, wie das bei drei Personen überhaupt möglich ist, indem dem einen ein Bild gefällt, das dem andern mißfällt und wobei der dritte indifferent bleibt. Und wo einmal eine Übereinstimmung herrscht, wird das Urteil häufig ohne Motivierung ausgesprochen, wodurch es ästhetisch natürlich wertlos ist."

Lange will an Stelle des ästhetischen Experiments die Selbstbeobachtung, die kunsthistorische Methode, welche von den klassischen

1) Ein Beitrag zur experimentellen Ästhetik. Commemorative Number of the Americ. Journ. of psych. 1903.

Digitized by Google

Werken das Wesen des Schönen abstrahiert, und die entwicklungsgeschichtliche Methode, welche auf Tiere, Wilde, Kinder die Erforschung richtet, setzen. Darnach findet er die Illusion, die bewußte Selbsttäuschung als Wirkung der Kunst.

Nach der Methode der Selbstbeobachtung hat G. Kohfeld[1]) in einer Abhandlung der Zeitschr. für Philos. u. philos. Kritik das Wohlgefallen der Metapher erklärt. Es ist die Rede von der Metapher im weitesten Sinne, in dem sie alle Tropen, auch die Figuren, Epitheta usw. umfaßt.

„Aus der psychologischen Voruntersuchung erhellt, daß alle die in Frage stehenden Veranschaulichungsfiguren darin übereinkommen, daß sie eine Vorstellung mit einem bezeichneten Gegenstand verknüpfen, um demselben dadurch größere Anschaulichkeit zu geben. Um letzteres zu erreichen, muß jene Vorstellung so gewählt sein, daß sie eine gewisse eigenschaftliche Seite des Gegenstandes zum Ausdruck bringt, ohne damit jedoch direkt dem Hauptgedanken des Satzes und dem praktischen Sachverhalt zu dienen." „Soll eine Definition dieser sprachlichen Figuren gegeben werden, so müßte man sie dahin bestimmen, daß sie gewisse Eigenschaften des Gegenstandes im Wort verkörpern und diesen Vorstellungskomplex als Mittel zur Veranschaulichung mit der Hauptvorstellung in Verbindung bringen."

Ihre ästhetische Funktion ist also spezieller:

„1. Die ästhetischen Sprachbilder haben den Zweck, im Hörer einen möglichst ähnlichen Eindruck zu erwecken. 2. Der Eindruck hängt innig zusammen mit der Anschauung. 3. Es wird also nur Aussicht sein, einen konformen Eindruck zu machen, wenn das Anschauungsvermögen in angemessener Weise in Tätigkeit gesetzt werden kann. 4. Das geschieht, indem mit dem zu veranschaulichenden Gegenstande gewisse Vorstellungen in Verbindung gebracht werden, die nicht Bezug haben auf das tatsächliche, vom Begriffsvermögen perzipierte Sachverhältnis. 5. Dagegen müssen diese Vorstellungen zu dem beabsichtigten Eindruck Beziehung haben, was allein in der Weise geschehen kann, daß sie auf gewisse Stellen und Eigenheiten an dem Gegenstande hinzeigen, die dann Ausgangspunkt für die Gestaltung der Phantasie werden."

Als Kuriosität führen wir die Erklärung, welche E. Kalischer[2]) vom ästhetischen Genuß gibt, an; ihm ist er eine pathologische Erscheinung. Das spezifisch-ästhetische Verhalten besteht in einer psychischen Anomalie:

1) „Zur Ästhetik der Metapher".

2) Analyse der ästhetischen Kontemplation. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1902. 28. Bd. S. 199.

Digitized by Google

„Während strenger Konzentration der Aufmerksamkeit schien doch die Enge des Bewußtseins gesprengt zu sein. In der ästhetischen Kontemplation ist die Aufmerksamkeit auf sinnliche Eindrücke konzentriert, denen als Teilinhalten sehr komplexer Vorstellungen eine so große Reproduktionskraft innewohnt, daß durch ein Minimum sinnlicher Daten ein Maximum geistiger Vorgänge ausgelöst wird." Die reproduzierten Vorstellungen „erscheinen nur im indirekten Sehen", logisch kommt ihnen konkrete Allgemeinheit zu.

Eine ähnliche Anschauung könnte man nach dem Titel seines Buches: „Psychologie und Pathologie der Vorstellung" bei R. Wallaschek vermuten, da er dasselbe als „Beiträge zur Grundlegung der Ästhetik" bezeichnet. Indes tritt er der Annahme Lombrosos und vieler anderer entgegen, daß die hervorragenden Kunstgenies geistig abnorm gewesen seien.[1])

2) S. 255 ff.

Digitized by Google

Achtzehntes Kapitel.

Zur Psychologie des Lesens und Schreibens.

I. Lesen.

Nicht unwichtige Aufschlüsse über das Lesen bietet auch ohne Meßapparate schon das Leben mit seinen pathologischen Erscheinungen. Es gibt Gehirnkrankheiten, bei denen nur einzelne Seelentätigkeiten, also in unserem Falle nur einzelne Funktionen des gesamten Leseprozesses ausfallen, während die übrigen intakt bleiben; es kann z. B. das Sehen des Buchstabens bestehen bleiben, während die Sprechbewegungen fehlen.

G. Störring unterscheidet im Gehirn fünf verschiedene Zentren für fünf verschiedene Tätigkeiten der Seele beim Lesen:

1. das optische oder Schriftbildzentrum,
2. das akustische oder Klangbildzentrum,
3. das Gegenstandsvorstellungszentrum,
4. das motorische oder Sprechbewegungszentrum,
5. das Schreibbewegungszentrum.

Dem Klangbilde schreibt er eine wichtige Rolle beim Lesen zu: „Die stärkste Valenz für den Mechanismus des Lesens läßt sich auf Grund der pathologischen Fälle für die Bahn vom Schriftbild über das Klangbild zu der Gegenstandsvorstellung erweisen.“ [1])

Die Experimente, deren Ergebnisse wir im folgenden kurz mitteilen wollen, wurden meistens mit dem Tachistoskop ausgeführt, d. h. mit einem Apparate, der eine Figur, einen Buchstaben, ein Wort so schnell vor den Augen des Lesers vorübergehen läßt, daß das zu sehende Objekt eben noch gesehen oder erkannt werden kann. Man ermittelt die kürzeste Expositionszeit für die zu lesenden Worte und die Abänderung dieser Zeit für verschiedene Objekte und Umstände.

Aus solchen tachistoskopischen Beobachtungen, welche doch recht

1) Vorlesungen über Psychopathologie 1900, S. 158.

Digitized by Google

künstliche Verhältnisse schaffen, läßt sich nun freilich ein allgemeiner Schluß auf das gewöhnliche Lesen unter normalen Verhältnissen nicht ziehen, desgleichen lassen sich die aus Experimenten mit Erwachsenen gewonnenen Resultate nicht ohne weiteres auf Kinder übertragen; manches aber gilt auch, wie wir sehen werden, für gewöhnliches Lesen und für Kinder. Übrigens werden wir auch Leseexperimente mit gewöhnlicher Leseschnelligkeit und eigene an Kindern angestellte mitzuteilen Gelegenheit haben.

Über die Lesefertigkeit, d. h. die Zeit der Erkennung und Benennung von Schriftzeichen, Bildern und Farben hat wohl zuerst James Mac Keen Cattell Versuche angestellt und in den „Philosophischen Studien" von Wundt mitgeteilt. Um dieselben soviel als möglich den Verhältnissen des Lebens anzupassen und den Beobachter nicht in künstliche Situationen wie bei den Registrierapparaten zu versetzen, wurden die auf einen rotierenden Zylinder aufgeklebten Buchstaben, Wörter durch eine veränderliche Spalte gesehen, deren Größe die Zeit der Wahrnehmung bestimmte und zugleich eine größere oder geringere Zahl von Objekten erkennen ließ.

Die Zeit, welche erfordert wurde, um einen Buchstaben zu erkennen, betrug $^1/_4$", um ihn auszusprechen $^1/_{10}$". Sieht man durch die Spalte 2 Buchstaben, so wird dadurch die Erkennungszeit für jeden einzelnen $^3/_{40}$" kürzer; wurden bei nochmaliger Erweiterung der Spalte 3 Buchstaben zugleich ins Gesichtsfeld gebracht, so wurde die Zeit nochmals um $^1/_{60}$" kürzer, bei 4 Buchstaben trat entweder gar keine Verkürzung oder höchstens nur eine unbedeutende von $^1/_{100}$" ein.

Eine weitere Reihe von Experimenten suchte zu bestimmen, wie lange das Lesen, d. h. Erkennen und laute Aussprechen von einem Buchstaben oder Worte oder die Benennung seiner Farbe dauerte. Aus dem Lesen eines längeren Stückes wurde die Dauer der einzelnen Elemente berechnet.

Das Maximum der Schnelligkeit, mit welcher man Buchstaben in Wörtern und Wörter in Sätzen liest, ändert sich mit der Vertrautheit des Lesers mit dem betreffenden Abschnitt und der betreffenden Sprache.

Bilden die Buchstaben keine Wörter, die Wörter keine Sätze, so wird die Zeit fast verdoppelt. Wurde ein Wort beim Vorwärtslesen mit einer Geschwindigkeit von 0,125" gelesen, so brauchte es beim Rückwärtslesen 0,235—0,255". Um ein einzelnes Wort oder einen einzelnen Buchstaben zu erkennen, braucht es länger, weil bei der Aneinanderreihung die Vorgänge des Erkennens des einen und des Aussprechens des vorhergehenden sich überdecken. Es wird

Digitized by Google

der Buchstabe (oder das Wort) automatisch ausgesprochen, während der folgende erkannt wird. Auch werden viele Buchstaben von der Phantasie hinzugefügt, die nicht mit den Augen wahrgenommen werden.

Berger wählte aus den 10 Klassen des Gymnasiums die fünf besten und die fünf schlechtesten Schüler aus, um durch Mittelziehung einen mathematischen Ausdruck für die Geschwindigkeit im Lesen zu erhalten. Er ließ alle eine Stelle aus Tacitus lesen, auch die Schüler der Vorklassen, die noch kein Latein gelernt hatten. Es brauchten dazu die Schüler der

X.	IX.	VIII.	VII.	VI.	V.	IV.	III.	II.	I. Klasse
262	135	100	84	79	57	54	49	48	43 Sek.

Die Übung bringt eine Verkürzung der Lesedauer hervor, am stärksten im ersten Jahre, von da ab immer weniger. Die für dieselben Klassen gefundenen Werte bei deutscher Lektüre aus Egmonts Kerkermonolog betrugen:

72, 55, 43, 37, 33, 28, 27, 26, 25, 23 Sek.

Daß der Unterschied hier im Anfange weit geringer ist als beim Lateinlesen, ist leicht erklärlich aus der Übung im Deutschen, welche auch die jüngsten Schüler bereits haben.

Daß die Verkürzung der Zeit wirklich von der Übung, nicht von der geistigen Ausbildung überhaupt herrührte, ergab folgender Versuch. Dieselben Klassen mit Ausnahme der ersten (X.) sollten fünf Farbenstreifen in mannigfachem Wechsel erkennen und benennen. Die Zeitgrößen waren:

83″, 66″, 79″, 66″, 63″, 56″, 63″, 63″, 54″.

Hier tritt keine regelmäßige Verkürzung ein, weil die Farbenbenennungen nicht regelmäßig geübt worden sind.

Der Erwachsene liest schneller, wenn die Buchstaben Worte und die Worte Sätze bilden. Die für 100 einzelne Hauptworte erforderlichen Zeiten waren:

60″, 50″, 49″, 48″, 41″, 38″, 37″, 38″, 32″,

für die 100 Worte in Sätzen:

55″, 43″, 37″, 39″, 28″, 27″, 26″, 25″, 23″.

Die Zeit, welche verstreicht, um eine Farbe oder ein Bild zu erkennen und zu benennen, ist länger, fast um das Doppelte, als einen Buchstaben oder ein Wort. Nun ergaben aber weitere Experimente, daß erstere schneller erkannt werden als letztere. Also liegt die Verzögerung in der Benennung; natürlich, mit den Buchstaben und Wörtern ist der Name durch das häufige Lesen fester assoziiert als mit der Farbe.

Digitized by Google

Daraus zieht Berger folgende Schlüsse[1]):

„1. Die Übung wirkt hauptsächlich auf den zentralen Vorgang ein. 2. Sie vergrößert den Umfang des Bewußtseins, indem sie einmal ermöglicht, immer mehr unverbundene Eindrücke gleichzeitig aufzunehmen, und indem sie zweitens und vor allen Dingen allmählich gestattet, eine noch viel größere Anzahl von Einzeleindrücken gleichzeitig aufzunehmen und zu assoziieren, wenn sie logisch verbunden sind."

J. O. Quantz[2]) ließ Farben, geometrische Figuren, unzusammenhängende Worte und ganze Sätze lesen bezw. benennen. In Bezug auf die Leichtigkeit stellte sich folgende Reihe heraus: Sätze, einzelne Worte, Farben, Figuren, und zwar in Zahlen

9,4 : 6,2 : 4,6 : 4,2.

Lippenbewegungen waren ein bedeutendes Hindernis beim Lesen. Darum empfiehlt der Verfasser den Schulmännern, dafür zu sorgen, daß beim stillen Lesen Lippenbewegungen unterdrückt werden.

Darin können wir ihm nicht beipflichten. Denn erstens wäre dieses Unterdrücken etwas Unnatürliches. Sodann soll man eher dem schnellen Lesen einen Zügel anlegen, weil sonst der Geist zuviel angestrengt wird und das Übersehen und die Leichtfertigkeit im Auffassen befördert wird.

Die Erforschung der seelischen und physiologischen Vorgänge beim Lesen ist von großer Wichtigkeit für die Psychologie des Kindes.

Speziell über die Psychologie des Lesens haben Benno Erdmann und sein Schüler R. Dodge interessante Untersuchungen angestellt.[3])

Von physiologischem Interesse beherrscht werden die auf denselben Gegenstand gerichteten Experimente von Valentin, Aubert, Donders, Helmholtz, und sie bezogen sich fast nur auf das Erkennen und Aussprechen zusammenhangloser Buchstaben. Vom allgemeineren Standpunkte aus sind die Reaktionsversuche von Cattell unter der Direktion Wundts über Erkennen von Figuren, Buchstaben ausgeführt worden, welche wir oben mitgeteilt haben. Nach Grashey und Sommer wurde das Lesen von psycho-pathologischem Standpunkte aus experimentell untersucht. Erst Goldscheider in

---

1) Über den Einfluß der Übung auf geistige Vorgänge. Philos. Stud. 1888. 5. Bd. S. 170.

2) Problems in the psychol. of reading. 1897.

3) Psychologische Untersuchungen über das Lesen. Auf experimenteller Grundlage. Halle 1898.

Digitized by Google

Verbindung mit R. Fr. Müller haben der psychologischen Seite der Frage mehr Aufmerksamkeit zugewandt.

B. Erdmann und Dodge haben auf dieser Grundlage, besonders an Cattell, d. h. Wundt sich anlehnend, die ganze Tragweite der Frage ins Auge gefaßt und mit feineren Methoden und verbesserten Apparaten die zwei Bestandteile der Lesetätigkeit ihrer Untersuchung unterzogen: 1° die optische Wahrnehmung und das Erkennen gedruckter Schriftzeichen; 2° die Reproduktion der entsprechenden Lautzeichen.

Es ergab sich, daß bei unverrückter Kopfhaltung ein regelmäßiger Wechsel zwischen Bewegungen und Ruhepausen der Augen stattfindet. „Das optische Erkennen der Schriftzeichen beim Lesen erfolgt ausschließlich während der Ruhepausen des Auges."

Daß geläufige Texte schneller gelesen werden als ungeläufige und fremdsprachige, war von vornherein zu erwarten.

Wie viel kann man zugleich von einer Druckzeile deutlich wahrnehmen? Die Felder simultanen Erkennens beim Lesen waren größer als die Gebiete deutlichen Wahrnehmens der einzelnen in ihnen enthaltenen Schriftzeichen. Der erste Fixationspunkt jeder Zeile liegt um etwa ein halbes Gebiet deutlichen Wahrnehmens vom Anfang der Zeile mehr nach rechts, der letzte noch weiter vom Zeilenende nach links. „Eine für das Weiterlesen auf Grund einer neuen Fixation erfolgreich reagierende Blickbewegung ist bei einer Expositionszeit von 0,188" vollständig ausgeschlossen." Es bedarf also einer längeren Zeit, um die Buchstaben zu fixieren und zu lesen.

Weiter fanden sie, daß wir unter den gleichen Expositionsbedingungen 4—5 mal so viel Buchstaben im Wortzusammenhang als solche ohne Wortzusammenhang laut zu lesen imstande sind. Dabei wirkt aber nicht bloß die „feste assoziative Fügung des Lautganzen", sondern auch die Gesamtform des Wortes als optisches Ganze. Versuche mit sehr kleinen Buchstaben zeigten nämlich, daß wir „uns optisch-geläufige Schriftwörter unter Bedingungen erkennen, die jedes Erkennen der einzelnen Buchstaben ausschließen". Schon Cattell hatte behauptet, daß die Worte als Ganzes gesehen würden, nicht durch Buchstabieren. Goldscheider und Müller haben einzelnen „determinierenden Buchstaben" bei dem leichteren Erkennen eines Lautganzen eine Rolle zugewiesen; Erdmann und Dodge bestreiten dies und nehmen „apperzeptive Verschmelzungen" an, welche durch frühere Leseübung eintreten, im Gegensatz zur Assoziation durch selbständige Erinnerungsbilder. Unter Umständen muß freilich mit dem Auge buchstabiert werden, wenn „sowohl die Gesamtform des Wortes als auch die

Digitized by Google

einzelnen Buchstabenformen" nicht deutlich und aus dem Zusammenhang nicht erratbar sind. Der bekannten Bedeutung der Worte wollen die Verfasser keinen Einfluß auf die Zeitverkürzung zugestehen, sie haben von ihr absichtlich abgesehen, weil ihre Reproduktionszeit in den gemessenen Zeiten nicht zum Ausdruck kommt; aber es kann doch wohl nicht bezweifelt werden, daß man ein dem Sinne nach bekanntes Wort schneller auffaßt als ein unbekanntes.

In manchen Punkten wurden die Cattellschen Resultate über Erkennen von Figuren, Buchstaben usw. bestätigt. „Die Zeiten für die adäquaten Lautreaktionen auf je eins von 26 eingeprägten . . . Schriftzeichen sind beträchtlich größer als die Zeiten für die inadäquate aber gleichförmige Lautreaktion auf eine helle Fläche in Buchstabengröße." „Die Zeiten für die adäquaten Lautreaktionen auf je eins von 26 eingeprägten, in willkürlicher Folge exponierten 4-buchstabigen Wörtern, sind etwas kürzer als die Zeiten für die entsprechenden Reaktionen auf Buchstaben." [1])

Das Urteil Wundts über diese „tachistoskopischen Versuche" ist zwar nicht besonders günstig, stößt aber doch die Hauptergebnisse nicht um, anerkennt vielmehr ausdrücklich die Wichtigkeit der Bestimmung der Lesepausen. E. Becher hat durch sorgfältige Experimente die Versuche und Resultate von Erdmann und Dodge bestätigt gefunden; s. unten.

Auch der Amerikaner Edm. B. Huey hat Experimente zur Psychologie und Physiologie des Lesens angestellt.[2])

Zunächst suchte er zu ermitteln, ob bei horizontaler Anordnung der Buchstaben das Lesen leichter sei, schneller erfolge als bei vertikaler. Bestehen die Worte ohne Bedeutungszusammenhang aus wenig Buchstaben, bis 4, so erfolgt das horizontale Lesen leichter, von 12 Lettern an wird vertikal rascher gelesen, bei 5—11 Lettern ist das Resultat schwankend. Huey bestätigt das Resultat von Erdmann und Dodge: die Zunahme der Lesezeit erfolgt viel langsamer als die der Wortlänge.

Von einem zusammenhängenden Lesestück wurde zuerst die letzte Hälfte eines jeden Wortes bedeckt, und 85,1 % wurden richtig gedeutet; wurde die erste Hälfte bedeckt, nur 69,9 %.

In Bezug auf die Augenbewegungen und deren Pausen stimmt er in seinen mit einem anderen Apparate angestellten Experimenten mit Erdmann überein: die Rechtsbewegung des Auges ist durch mehrere

1) Vergl. Vierteljahrsschr. f. wissenschaftl. Philosophie. 1899. 2. Heft S. 239 ff.

2) Preliminary experiments in the physiologie and psychologie of reading. The American Journal of Psychol. 1899. p. 575—586.

Digitized by Google

Ruhepausen unterbrochen, der erste und letzte Fixationspunkt liegen etwas innerhalb der Zeilenenden.

Die Zahl der Bewegungen ist mehr eine Funktion des Lesestoffes als der Winkelbewegung des Auges. Bei 21 mm Zeilenlänge wurde ohne seitliche Bewegung gelesen.

J. Zeitler hat tachistoskopische Untersuchungen über das Lesen angestellt, die gleichfalls für Erdmann wenig günstig sind.[1])

Verfasser unterscheidet zwei Formen des mit verbessertem tachistoskopischen Apparate angestellten Lesens: die apperzeptive und assimilative. Die apperzeptive verbindet unmittelbar mit dem Eindrucke reproduktive Elemente, indem die dominierenden Elemente desselben ihnen entsprechende Reproduktionen, so namentlich bei geläufigen Wörtern erwecken. Diese reproduktiven Faktoren ersten Grades erregen nun wieder sekundäre Reproduktionen, die sich mit den dunkel perzipierten Strecken des Wortbildes verbinden. „Sobald diese Verbindungen, die zwischen den reproduktiven Elementen selbst bestehen, zur Wirkung kommen, kann dann der Vorgang als sekundäre Reproduktion bezeichnet werden. Sie charakterisiert die Assimilation im engsten Sinne des Wortes. Bei der Apperzepton des Bildes überwiegen demnach die direkten Elemente vor den reproduzierten; bei der Assimilation die sekundär reproduzierten vor den direkten." Bei dem apperzeptiven Lesen verhält sich die Aufmerksamkeit aktiv, bei der Assimilation mehr passiv, schweifend. Cattell hat nun die Assimilationsversuche von den apperzeptiven nicht hinlänglich unterschieden, Erdmann hat bei seiner langen Expositon nur Assimilation erhalten können, während uns doch nur apperzeptives Lesen den Prozeß des Lesens erklären kann. Auch die „grobe Gesamtform" des Wortes, auf das Erdmann so großes Gewicht legt, bei der kein einziger Buchstabe für sich erkannt wird, bewirkt nur Assimilation. Wahr ist nur, daß nicht buchstabiert, sondern das Wort als Ganzes gelesen wird. Die Theorie der „determinierenden Buchstaben" von Goldscheider hat insofern recht, als sie „dominierende" Elemente annimmt, sie versäumt aber, die ober- und unterzeiligen Konsonanten als Buchstaben erster Ordnung zu bestimmen, legt auch zu viel Gewicht auf das phonetische Wortbild. Auch die „Wortlänge und Wortform" allein erklärt nicht das apperzipierende Lesen. „Hinge die Apperzeption nur von Wortlänge und Wortform ab, so fände entweder überhaupt keine Erkennung statt oder — eine Fehlassimilation."

---

1) Philos. Studien von Wundt, 1900. S. 380.

Digitized by Google

O. Meßmer unterzieht alle diese Versuche einer Kritik und findet sie mehr oder weniger ungenügend.[1])

Gegen Erdmann und Dodge bemerkt er: „Die äußeren Bedingungen, unter welchen die genannten Verfasser operieren, ließen die Zuverlässigkeit vieler der gewonnenen Ergebnisse von vornherein bezweifeln. Es wurden z. B. den Versuchspersonen Wörter exponiert für die Dauer von 0,1 Sekunde. Nun braucht aber ein rascher Leser beim gewöhnlichen (Schnell-) Lesen nicht viel mehr als das Doppelte dieser Zeit. Es konnte daher für die relativ großen Zeiten von 0.1 nicht das bewirkt werden, was man hier als den einfachsten Fall zu betrachten hat: durch eine größtmögliche Zeitverkürzung alle jene Faktoren auszuschalten, die zu ihrer Mitwirkung längerer Zeiten bedürfen (apperzeptive und assoziative Faktoren). Bei 0,1 Sek. ist das nicht möglich, denn die Versuchspersonen lesen bei so großen Zeiten jedes Wort mit Sicherheit. Aus Versuchen, die prompt und sicher gelingen, läßt sich aber wenig lernen. Erst wenn ein exponiertes Wort nur mangelhaft oder gar nicht gelesen werden kann, bietet sich Gelegenheit, durch Erforschung der eingetretenen Störung in den funktionellen Zusammenhang der sprachlichen Prozesse hineinzublicken. Dazu sind viel kürzere Zeiten erforderlich, als Erdmann und Dodge sie verwendeten. Nachdrücklich und mit unbestreitbarer Folge hat dies eine spätere Untersuchung von J. Zeitler hervorgehoben. Die Verfasser waren infolge ihrer langen Expositionszeiten, die meistens zu sicheren Lesungen führen mußten, zu der Behauptung gekommen, die Wörter werden aus ihrer charakteristischen Form erkannt. Dagegen betonte Zeitler eine Sukzession von Erkennungsakten. Nach pathologischen Beobachtungen von G. Störring scheint der Rolle des Gesamtbildes wieder eine höhere Bedeutung zuzukommen.

Bei dieser Sachlage stellte Meßmer neue Versuche an, deren Ergebnisse wir hier kurz meist mit seinen eigenen Worten wiedergeben.

A) beim Lesen am Tachistoskop ergab sich:

1. Die individuellen Unterschiede der psychologischen Normalzeiten lassen sich durch Übung ausgleichen, die Unterschiede müssen also in individuell verschiedenen Erkennungszeiten gesucht werden, also auf psychischer Seite, nämlich

2. Es bestehen beim tachistoskopischen Lesen der Erwachsenen zwei wesentlich verschiedene Typen, ein objektiver und ein subjektiver

1) Zur Psychologie des Lesens bei Kindern und Erwachsenen. Archiv für die gesamte Psychologie von E. Meumann 1903. 2. Bd. S. 190 ff.

Digitized by Google

(mit vielen Übergängen), ersterer mit starrer Fixation, der andere mit fluktuierender. Die Fixation bezeichnet dabei das Verhalten des Aufmerksamkeitsproduktes; mit der Fixation, und von ihr abhängig ist der Umfang und die Richtung der Aufmerksamkeit, bei ersterem gering, nach außen, bei letzterem groß und nach innen gerichtet. Ersterer zeichnet sich durch objektive Treue, letzterer durch subjektive Interpretationstendenz aus.

3. Das Lesen der Kinder bringt den individuellen Typus noch nicht zur Darstellung, es mangelt noch an Beobachtungsschärfe und an mobilem Wortschatze.

4. Kinder besitzen eine stark fluktuierende Aufmerksamkeit mit relativ großem Umfange, gehören also nicht zum ersten Typus, doch auch nicht ganz zum zweiten.

5. Der Mangel an Objektivität bedeutet hier oft einen Mangel an Beobachtungsschärfe.

6. Die Aufmerksamkeit verhält sich zum Reizobjekt mehr passiv als aktiv.

7. Das lesenlernende Kind liest anfänglich in optisch und entsprechenden lautmotorisch geteilten Innervationen.

8. Die Ausbildung der optischen Gesamtinnervation geht leichter vor sich als die der lautmotorischen.

9. Das optische Bild wird und bleibt beim tachistoskopischen Lesen nur so weit deutlich, als ihm das lautsprechliche nachkommt.

10. Der Innervationsumfang für die akustisch-motorischen Gesamtbilder erreicht sein Maximum früher als bei den optischen Gesamtbildern.

11. Das Wortbild besteht seinem optischen Gesamtcharakter nach aus einem schwarzen Streifen, über den einzelne rhythmisierende Gipfel dominieren, und der seinem Hauptcharakter nach aus senkrechten Streifen besteht, mit zum Teil gebogener Form.

12. Jedes Wort besitzt einen optisch individuellen Typus. Der Grad der Individualität (der Einheitlichkeit und Lebhaftigkeit) hängt in erster Linie ab vom Verhältnis der Buchstaben verschiedener Figuration.

13. Der mehr oder weniger einheitliche Charakter der Gesamtform bedeutet einen mehr oder weniger starken Anlaß zur optischen Gesamtinnervation.

14. Je einheitlicher der Gesamtcharakter des Wortbildes ist, um so stärker ist der Anlaß zur Gesamtinnervation, aber um so geringer die Sicherheit der Erkennung.

15. Die Buchstaben gruppieren sich inbezug auf ihre optischen Valenzen in erster Linie nach dem Gesichtspunkte verschiedener Typen-

Digitized by Google

höhen und sekundär nach der mehr oder weniger individuellen Konfiguration.

16. Wegen der dekorativen Elemente an allen Buchstaben tritt der Gesamtcharakter bei Frakturdruck stärker hervor als bei Antiqua, aber die Erkenntnis geht dadurch zurück.

17. Veränderungen am exponierten Wortbilde können nicht allein durch Buchstaben-Verwechselung oder -Verschmelzung erklärt werden. Es wirken mindestens auch Anomalien im Zentrum der Bedeutungsvorstellung mit.

18. Wenn auch im allgemeinen die Buchstaben im Wortbilde den Grad ihres optischen Wertes beibehalten, so können die optischen Valenzzeichen in einzelnen Fällen durch psychische Faktoren durchkreuzt werden. Von größter Wichtigkeit scheint dabei die Bewegungstendenz der Aufmerksamkeit vor der Exposition zu sein.

19. Während der Typus I seine Apperzeptionen vorzugsweise auf Grund erkannter einzelner (dominierender) Buchstaben auslöst, benutzt der Typus II mehr den Gesamtcharakter des Bildes.

20. Die Bedingungen des gewöhnlichen Lesens löschen diesen Unterschied zum größten Teil aus. Die günstigeren Bedingungen bestehen hier einmal in der Herabsetzung der Reizschwelle und der damit gegebenen Erhöhung der Reizwerte sämtlicher Buchstaben. Andererseits determiniert der sinnvolle Zusammenhang die Gedankenrichtung meist schon für die richtigen apperzeptiven Erwartungsvorstellungen.

21. Bei der Erkennung eines Wortbildes wirken stets zwei Faktoren zusammen: der optische Gesamtcharakter (optischer Typus) und einzelne dominierende Buchstaben.

22. Die Wirkung des Gesamtcharakters ist simultan, während die dominierenden Buchstaben sukzessiv Bewußtseinsakte auslösen. Simultaneität und Sukzession sind beständige Faktoren des Erwartungsaktes.

23. Die Sukzession besteht in der aufeinander folgenden Auffassung einzelner Buchstaben. Doch vereinigen sich auch die den dominierenden benachbarten Buchstaben mit ihnen zu hervortretenden Gruppen, namentlich die benachbarten Buchstaben von charakteristischer Figuration.

24. Wörter von übermaximaler Länge bewirken durch eine leichte Depression des Gefühls eine starke Einschränkung des Aufmerksamkeitsumfangs.

25. Die ungleiche Mitwirkung beider vorhin genannten Faktoren kann für das Erkennen womöglich objektive Bedingungen herbeiführen:

Digitized by Google

sie wirken zusammen, es herrscht der eine oder der andere vor, wodurch typische Unterschiede entstehen.

26. Das Klangbild eines Wortes schließt sich an das fertige, apperzipierte optische Bild an.

27. Die Verbindung muß rein mechanisch eingeübt werden und wird nur dadurch unterstützt, daß die räumliche Ausdehnung des optischen Bildes einen mehr oder weniger zuverlässigen Maßstab für Silbenzahl, Rhythmus und Melodie abgibt.

28. Die motorische Sukzession der Sprachbewegungsbilder ist der Sukzession der Klangbilder Laut für Laut koordiniert.

29. Durch die relativ langsam ablaufenden artikulatorisch-mechanischen Sprachbewegungen wird die Raschheit der vorangegangenen Prozesse nicht erreicht, und dadurch gehen die optischen Wahrnehmungen, die erst später in Laute und Sprachbewegungen umgesetzt werden können, verloren.

30. Ob zwischen objektiver Wahrnehmung und subjektiver Perzeption ein Intervall sei oder nicht, scheint vom Typus abzuhängen. Typus I würde darnach ein deutliches Intervall konstatieren, während Typus II die Koinzidenz von Wahrnehmung und Apperzeption bemerkt.

31. Die Kontrastwirkung zwischen weißem (oder farbigem) Untergrunde zu dem schwarzen Druck erhöht nicht den typischen Charakter des optischen Bildes, sondern die Reizstärke.

32. Jede Lesung, auch die subjektivste, ist, wenn auch unbekannt, objektiv irgendwie bedingt.

33. Erwartungsvorstellung und Reizwort kämpfen abwechselnd um den Vorrang; bei beiden wirkt die Erwartung viel stärker.

34. Für Kinder der ersten Schuljahre haben Grammatik und Orthographie nicht die große Bedeutung wie für den sprachlich geschulten Leser.

35. Die synthetisch-optischen Beziehungselemente werden aus grammatischem Gefühl erschlossen und gelesen.

36. Lange Wörter werden beim tachistoskopischen Lesen in ihrer Länge eher unter- als überschätzt.

37. Lange Wörter brauchen mehr Expositionszeit, werden schwieriger erkannt.

38. Dagegen sind bei gewöhnlichem Lesen Sätze mit langen Wörtern leichter und rascher lesbar; denn viele kurze Wörtchen stören durch die Teilung der optischen Gesammtinnervationen.

39. Die apperzeptive Ergänzung nach rechts fällt bedeutend leichter als nach links.

40. Der Umfang der Aufmerksamkeit wächst bei Kindern mit

Digitized by Google

der Übung und erreicht sein Maximum schon etwa um das 11. Lebensjahr.

41. Bei den Erwachsenen bedeuten die verschiedenen Umfänge verschiedene Typen. Kleine Umfänge — objektiver Typus mit starrer Fixation, große Umfänge — subjektiver Typus mit fluktuierender Fixation.

42. Bei sinnvollen Worten wird mindestens dreimal so viel gelesen als bei sinnlosen Worten.

43. Buchstaben, die man zu sinnlosen Komplexen kombiniert, sind sehr schwer zu lesen; sie lassen sich nicht zusammenhalten; das kommt aber weniger vom Mangel an Sinn, sondern vom ungewohnten optischen Bilde.

44. Die optische Rhythmisierung sinnloser Buchstabenkomplexe erleichtert die Erkennung nicht wesentlich.

45. Vokale werden meist nicht gelesen, sondern mehr nach subjektivem Ermessen interpoliert. Die Tendenz zur Interpolation ist stärker bei Kindern, am stärksten bei Anfängern.

46. Derselbe deutliche Eindruck wiederholt sich in der Erinnerung, und so entstehen eigentümliche Reduplikationen von Lauten; oder es werden längere Lautreihen an Stelle kurzer gelesen, namentlich von den Anfängern.

47. Die einzelnen Buchstaben sind bei der kurzen Reizdauer stets der Gefahr der Verwechslung oder Verschmelzung mit den benachbarten Elementen ausgesetzt. Am sichersten sind daher Anfangs- und Endbuchstaben geschützt.

48. Beim Lesen von ganzen Sätzen bei einer dem gewöhnlichen Lesen schon ziemlich nahen Expositionszeit von 0,1 Sek. langen Reizdauer werden nicht mehr Wörter gelesen als ungefähr in den maximalen Umfang der Versuchsperson fallen.

49. Außer dem Gelesenen kann allerdings die Anwesenheit noch weiterer Wörter und Zeilen konstatiert werden, aber ohne daß auch nur die geringste Erkennung stattfände.

50. Für das bereits Gelesene genügt ein Minimum von Aufmerksamkeit, und mit diesem Minimum wird das bereits Gelesene beständig nachkontrolliert.

51. Das bereits Gelesene kann die Gedankenrichtung auf das Folgende hin schon determinieren.

52. Die Aufmerksamkeit wandert immer in der gleichen Zeile.

53. Die Bedeutung des indirekten Sehens für das Lesen bei beschränkter Lesezeit erschöpft sich in der Blickführung des Auges.

54. Das Sehfeld erfährt beim gewöhnlichen Lesen Umfangs-

Digitized by Google

änderungen: die Erkennungs- und noch mehr die Sprechzeit verringern ihn, die Aufmerksamkeit erweitert ihn.

B) Ergebnisse aus dem gewöhnlichen Lesen.

a) Lesezeiten.

Unter Lesezeit ist zu verstehen Erkennungs- plus Sprechzeit.

55. Für fortgeschrittene Leser halten sich beim normalen Lesen Ermüdung und Übung die Wage.

56. Die Ermüdung macht sich beim schnellen Lesen mehr bemerkbar als beim normalen.

57. Beim schnellen Buchstabieren wirkt die Ermüdung am stärksten.

58. Die Adaptionsschwierigkeiten sind beim Anfänger größer, werden aber so rasch und in so hohem Grade überwunden, daß die Ermüdung nicht mehr auf die Zeit Einfluß hat.

59. Bei Kindern herrscht im Lesetempo großes Schwanken; nach und nach wird das Tempo gleichmäßiger.

60. Lateinische Schrift wird schneller gelesen als deutsche.

61. Der Sinn unterstützt die Schnelligkeit des Lesens bedeutend.

62. Beim Anfänger ist noch wenig Unterschied zwischen sinnlosem und sinnvollem Inhalt.

63. Der geübteste Leser liest Sinnvolles doppelt so schnell als Sinnloses.

64. Beim raschen Lesen hält der Anfänger am Anfange das schnellste Tempo ein; dann treten Schwankungen ein, es kann sogar unter das normale Tempo herabsinken.

65. Der geübtere Leser hält ziemlich dasselbe Tempo beim schnellen Lesen ein.

66. Der Schnelligkeit des individuellen normalen Lesetempos bei verschiedenen Personen geht die Fähigkeit, es zu beschleunigen, nicht parallel.

67. Für die Anfänger sind die Buchstabenzeiten kleiner als bei Erwachsenen.

68. Umgekehrt bei geübteren Lesern.

b) Lesefehler.

1° Nach ihrer Qualität.

69. Die beim Lesen vorkommenden lassen sich nach dem Gesichtspunkte der einzelnen einwirkenden Faktoren in einige wenige Hauptkategorien unterbringen. Es gibt 1. optische, 2. lautmotorische, 3. Gedanken-, 4. grammatische Fehler. Erstere kommen a) von Verwechslungen, b) von Verschmelzungen, c) von Antizipationen. Die zweiten (Sprachfehler) sind a) Lautstottern (Anstoßen), b) Metathesen

Digitized by Google

und c) Kürzung, d) Zufügung, e) Verstümmelung, f) Assimilationen. Die Gedankenfehler bestehen a) in Zufügungen, b) Substitutionen, c) Wiederholungen. Grammatische Fehler beziehen sich a) auf Kasus, b) auf das Tempus.

70. Die äußerlich gleichen Endergebnisse funktioneller Störungen können ganz verschiedene Ursachen haben und sind danach gesondert zu beurteilen.

71. Die Fehler derselben Art erscheinen bei Kindern weit häufiger als bei Erwachsenen.

72. Optische Fehler sind am seltensten, lautmotorische (und akustische) am häufigsten.

73. Gewisse Arten von Fehlern bleiben von Kindern bis zum Erwachsenen hin haften (Lautstottern, Zufügung, Wiederholung), andere sind mehr den Kindern eigen (Verwechslung, Metatheses, Verstümmlung, grammatische Fehler), manche (Antizipation, Kürzung, Assimilation usw.) treten nur sporadisch auf.

2° Lesefehler nach der Quantität:

74. Die Fehler nehmen von einer Altersstufe zur andern auffallend ab, verschwinden aber nie gänzlich.

75. Beim Schnellesen werden im allgemeinen mehr Fehler gemacht als beim Normallesen.

76. Die Anfänger machen beim Buchstabieren relativ weniger Fehler als Geübtere.

Über die Lesefehler haben R. Meringer und K. Mayer eine eigene größere Schrift veröffentlicht[1]).

Der Zweck ihrer Untersuchungen war kein pädagogischer oder allgemein psychologischer sondern ein sprachwissenschaftlicher. Meringer, Professor für vergleichende Sprachforschung der Universität Wien, als Hauptverfasser, hat den Professor für Psychiatrie und Nervenpathologie an der Universität Innsbruck, Mayer, herangezogen, um auch der psychologischen bezw. psychopathologischen Seite der Frage Rechnung zu tragen.

Meringer wurde zu dem Studium des „Versprechens" und „Verlesens" durch Nachdenken über die in den indogermanischen Sprachen so häufige „Dissimilation" geführt. Er stellte sich darum die Aufgabe, zu erforschen, ob sich nicht in den Lese- und Sprachfehlern eine Gesetzmäßigkeit nachweisen lasse, welche für die Erklärung der Sprache von Bedeutung wäre. Seine langjährige eigene Beobach-

1) Versprechen und Verlesen. Eine psychologisch-linguistische Studie. Stuttgart 1885.

Digitized by Google

tung und fremde Beisteuer führten ihn zu der Überzeugung, „daß die Sprachfehler einen Redemechanismus enthüllen, der die Art, wie entfernte Laute in Worten oder Sätzen auf einander einwirken, zeigt.“ Die häufigsten Sprach- bezw. Lesefehler bestehen in Vertauschungen, d. h. in Verschiebungen des Teiles des Satzes, den man sprechen will; man sagt ein Wort, einen Laut an unrechter Stelle, zu früh oder zu spät. Der verdrängte Laut erscheint an Stelle dessen, der ihn verdrängt hat, oder der Laut erscheint früher oder später neben oder an Stelle eines Lautes, bleibt aber auch an dem berechtigten Orte, z. B. „Zwecktischer Prak für Praktischer Zweck“, „Gegengeisteswart für Geistesgegenwart“. Kombinationen werden begangen dadurch, daß man aus mehreren Sätzen einen macht, z. B. „einen Schreckschuß einjagen“, „zu Papier schreiben.“ Substitutionen: „Ein fränkischer Hausmeister,“ „Muskelaffektation“ usw.

„Fast alle unsere Sprachfehler gehen aus Störungen der anreihenden Tätigkeit unseres Intellekts hervor. Wenn Wörter oder Laute verschoben werden, so geraten sie an einen funktionell ähnlichen Posten. Ist der Posten funktionell (grammatisch) verschieden, so gilt als Regel, daß das verdrängte Wort die Form des verdrängten erhält. Die Auslassungen sind Entgleisungen, meist dadurch veranlaßt, daß frühere und spätere Satzteile gleich oder ähnlich sind. Eine Entgleisung ist auch durch Ähnlichkeit möglich, wenn ein anderes ähnliches Wort nahe unter der Bewußtseinsschwelle liegt, ohne daß es gesprochen zu werden bestimmt wäre. Das ist der Fall bei den Substitutionen. Bei einem Laute, der eben gesprochen wird, klingen alle, bereits zu sprechen beabsichtigten, gleichwertigen vor, die zuletzt gesprochenen, gleichwertigen allerdings etwas schwächer nach, so daß diese Laute fehlerhaft jederzeit für den beabsichtigten eintreten können.“

Ob diese interessanten Beobachtungen über Sprach- und Lesefehler die so gesetzmäßige organische Entwicklung der Sprachen zu erklären vermögen, darf dahingestellt bleiben; mehr Bedeutung dürften sie für die Psychologen und die Pädagogik haben.

Über Verlesen wurde im Archiv für die gesamte Psychologie [1]) ein Streit geführt zwischen Jung und Hahn, welcher erstere behauptet, ein Verlesen wie „Geis“ für Ziege, „Stiege“ für Treppe weise auf Hysterie hin, letzterer, es komme auch bei normalen Menschen vor.

Die neuesten Experimente über das Lesen stellte E. Becher [2]) an.

1) 3. Bd. 1903.

2) Experimentelle und kritische Beiträge zur Psychologie des Lesens bei kurzen Expositionszeiten. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1904. 36. Bd. S. 19.

Digitized by Google

Er polemisiert gegen die Ausstellungen, welche Wundt und Zeitler an den Versuchen von Erdmann und Dodge gemacht. Die von Wundt behaupteten Störungen durch Dunkeladaptation waren bei Erdmann—Dodge nicht vorhanden; es gibt übrigens auch eine partielle, lokale Adaptation. Starke Adaptationsstörungen mußten die Menge des Gelesenen vermindern. „Nun überraschen aber die Erdmann—Dodge'schen Versuche zunächst gerade durch die Menge des Gelesenen".

Die Nachbilder haben nicht das Lesen erleichtert. „Weder beim gewöhnlichen Lesen, noch bei Beobachtungen am Tachistoskop oder bei Funkenbeleuchtung war für uns eine Mitwirkung der Nachbilder beim Erkennen feststellbar".

Die „Aufmerksamkeitswanderung", welche Wundt für die in $^1/_{10}$" erhaltenen Lesemenge herbeizieht, besteht nicht. Vers. fand, daß selbst bei momentaner Funkenbeleuchtung die Aufmerksamkeitswanderung ausgeschlossen ist.

Die so strenge Unterscheidung Wundt's zwischen apperzeptivem und assimilivem Lesen, welches erstere kürzere, letzteres längere Expositionszeit bedinge, ist nicht berechtigt. Die Assimilation Wundt's deckt sich so ziemlich mit der Apperzeption Erdmann's. Becher's' „Versuche zeigen, daß die typischen Assimilationserscheinungen auch bei kleinen Expositionen auftreten, daß daher kurze Expositionszeiten reichliche Assimilation durchaus nicht ausschließen." „Aufmerksamkeitswanderungen sind bei Funkenbeleuchtung unmöglich."

Es bleibt also nur der Einfluß der gröberen Wortform, und damit der Assimilation, ebenso wie bei längerer Exposition. „Die Verschiedenartigkeit der einzelnen Buchstaben für das Erkennen fällt jedem auf, der sich mit Leseversuchen beschäftigt." Die dominierenden Buchstaben „die ober- und unterzeiligen, die ö, ü, i, ä usw. sind einerseits selbst noch in größerer Entfernung von der Fixationsrichtung erkennbar als die anderen, andererseits bedingen sie wesentlich die gröbere Gesamtform und damit die Assimilation an Bekanntes."

„Der Vorwurf, daß am Tachistoskop von Erdmann und Dodge bei einer Expositionszeit von $^1/_{10}$" die Bedingungen in die des gewöhnlichen Lesens übergehen . . . beruht auf einem Mißverständnisse, da ja diese Versuche nur darin vom gewöhnlichen Lesen unterschieden sein sollen, daß Augenbewegungen ausgeschlossen waren."

Über „Die Erkennung von Buchstaben und Worten bei momentaner Beleuchtung" sprach Fr. Schumann auf dem Kongreß zu Gießen. Siehe unten.

Digitized by Google

II. Schreiben.

Um der Physiologie und Psychologie des Schreibens auf den Grund zu kommen, ließ Baldwin[1]) sein Kind in „malender Nachahmung" sich üben.

Die Bewegung ist die natürliche Reaktion des Kindes im postfötalen Zustande auf alle Einflüsse; nach Preyer und Bain erfolgen solche Bewegungen selbst spontan von dem motorischen Zentrum aus ohne äußere Reize. Sobald nun der Nachahmungstrieb bei seinem Kinde erwacht war, ließ er es Tiere, die es kennen und zu benennen gelernt hatte, nach „Vorlage" abzeichnen. Bis zum 27. Monate zeigte sich keine Spur von einer Darstellung eines Bildes im Bewußtsein; es machte einfach die Handbewegungen des Vorzeichners nach, darum war gar keine Ähnlichkeit zwischen Vorlage und Zeichnung zu beobachten: es wurden nur Striche hin und her gemacht. Erst mit Beginn des 27. Monats malte es die Teile z. B. eines Mannes einzeln in der Reihenfolge, die es beim Zeichnen des Vaters sah: Kopf (ein Kreis), darunter Rumpf (eine Ellipse), weiter unten die Beine (zwei gerade Linien) und Hände (zwei Linien an den Seiten des Rumpfes). Später machte es die Zeichnung auch ohne Vorlage: das Kind fing also an, sein geistiges Bild malend nachzuahmen.

Diese „malende Nachahmung" bildet offenbar die Grundlage der Handschrift; denn Schreiben ist das Nachahmen einer Vorlage, mag dieselbe nun äußerlich gezeichnet sein oder als Gedächtnisform die Hand des Schreibenden leiten. Dazu sind aber die drei Reihen von zusammenwirkenden Elementen erforderlich: 1^0 die Reihe der gesehenen Formen: v, v', v'' (v-Reihe), 2^0 die Reihe der Muskelempfindungen der schreibenden Hand, wie Empfindung von Berührung, von Vorhandensein der Fingerglieder, von Muskelspannung, von der Lage der Hand auf jedem Punkte der Bewegung usw.: m, m', m'' (m-Reihe), 3^0 die Reihe der gesehenen Handbewegungen: o, o', o'' (o-Reihe).

Daß alle diese drei Momente beim Schreiben zusammenwirken, läßt sich leicht nachweisen. Schließt man z. B. die Augen beim Schreiben, so fallen die Buchstaben schlecht aus. Wie notwendig die gesehenen Formen sind, zeigen Fälle von Wortblindheit, wo Verletzung des optischen Zentrums Agraphie hervorruft. Die Wichtigkeit der Muskelempfindungen beweist die Schwierigkeit, mit von Kälte erstarrten Händen zu schreiben.

1) Die Entwickelung des Geistes beim Kinde und bei der Rasse. Übersetzt von Ortmann. Berlin. 1898.

Digitized by Google

Goldscheider stimmt mit dieser Erklärung der Handschrift nicht ganz überein.[1]) Er findet auch drei „Momente", die bei der Entstehung der malenden Nachahmung wirksam sind: a) ein optisches Bild der Handbewegungen, welche zum Zeichnen der Vorlage nötig sind; b) eine Reihe von neuen motorischen Tätigkeiten; c) eine Reihe von Empfindungen wirklicher Bewegungen, durch welche die Anregung reguliert und kontrolliert wird (motorisches Bewegungsbild, offenbar die Muskelempfindungsreihe Baldwins).

Dabei hat Goldscheider die „Reihe der gesehenen Formen" vernachlässigt; daß dieselbe aber als selbständiges Moment angesehen werden muß, beweist die Beobachtung, daß das Kind lange schon Formen erkennt, bevor die Neigung besteht, sie nachzumalen; es dürfen also die ursprünglichen Reihen der optischen Figuren nicht mit der Reihe der gesehenen Handbewegungen identifiziert werden.

Wie kommt aber nun die Assoziation zwischen den gesehenen Figuren und den beiden anderen Reihen: der Muskelempfindungen und gesehenen Handbewegungen zu stande? Darauf erwidert Baldwin:

„Meine Beobachtungen zeigen, daß der Vorgang der folgende ist: In dem Maße, als sich die Erfahrung des Kindes erweitert, wird seine optische Wahrnehmung der Gestalten exakter, so daß gewisse Reihen von Retina- oder Augenbewegungen mehr und mehr bestimmt werden. In dieser Periode wird die Reihe der Hand- und Armbewegungen, die zuerst klein und beschränkt war, durch zunehmende Beweglichkeit dieser Glieder aufgelöst. Folglich werden 1° von den Empfindungen der Armbewegungen diejenigen Elemente betont, welche sowohl gesehene als auch gefühlte Bewegungen darstellen, und es werden 2° von den letzteren wieder diejenigen stärker betont, die Resultate hervorrufen, die identisch sind mit Elementen in gewissen, bestimmten Gestalt-Reihen, welche bereits durch das Auge festgelegt sind. Diese Reproduktion von gesehenen Figuren-Elementen durch Bewegungen, die sowohl gesehen als auch gefühlt werden, befestigt die Assoziation zwischen den Empfindungen der Bewegung (m-Reihe) und den Figuren-Vorstellungen (v-Reihe), während die optischen Erinnerungen an die Handbewegungen (o-Reihe) zu verschwinden streben."

Außer dem schon Gesagten spricht für die Richtigkeit dieser Auffassung, daß wir auch mit dem Kopfe, mit den Füßen durch Bewegungen, die wir nicht sehen, malen können. Der Blinde kann ja auch schreiben, und doch kann er die Bewegungen seiner Hand nicht

1) Physiologie und Pathologie der Handschriften. Zeitschrift für Psychiatrie. 1892.

Digitized by Google

sehen: er schreibt vermöge der Assoziation zwischen der Muskelempfindung und den mit den Fingern berührten Gestalten.

Wir lassen nun die genaueren eingehenden Untersuchungen Preyers[1]) über die Psychologie des Schreibens folgen.

Unter der Psychologie des Schreibens kann man zweierlei verstehen: Erstens man kann wissenschaftlich untersuchen, welches der psychologisch-physiologische Mechanismus ist, durch welchen das Schreiben ermöglicht wird. Zweitens: wie kann man aus der Beschaffenheit der Schrift auf die psychischen Eigentümlichkeiten des Schreibers schließen?

Mit letzterer Frage hat man sich schon ziemlich früh beschäftigt (Lavater, Goethe, der Jesuit Flandrin). Am bedeutendsten aber ist das Werk des Abbé Michon: „Système de Graphologie. L'art de connaître les hommes d'après leur écriture", welches sieben Auflagen erlebte, und auch jetzt noch nicht überholt ist, sondern der modernen Graphologie als Grundlage dient. Denn diese Kunst wird ja vielfach selbst in populären Zeitschriften fortwährend geübt.

Die Psychologie des Schreibens im ersten Sinne ist aber ein Produkt der neuesten Zeit; sie gibt, indem sie den eigentlichen Schreibmechanismus nicht in der „Hand", sondern im Nervenzentrum nachweist, der praktischen Graphologie erst eine wissenschaftlichere Grundlage. Beides hat nun W. Preyer in seiner interessanten Schrift mit einander in Verbindung gesetzt und somit eine Psychologie des Schreibens nach ihren zwei Seiten hin geliefert. Wir müssen aber gestehen, daß der erste Teil viel mehr der Beachtung des Psychologen wert ist, und auf soliderem Grundlagen beruht, als der zweite, welcher die Deutung der Schriften unternimmt.

Inbetreff des physiologischen Schreibzentrums bemerkt Preyer:

„Es müssen gewisse Teile der Großhirnrinde sein, von welchen die motorischen Impulse zur Bewegung der Federspitze ausgehen, weil nach Verlust derselben jede Möglichkeit zu schreiben aufhört. Diese Teile der Rinde bilden sich nur durch Schreibunterricht aus, fehlen daher den Mikrokephalen, welche nicht schreiben lernen können, wie den Tieren. Ob aber das so entstehende Schreibzentrum ein kleiner zirkumskriptiver Bezirk ist, wie das Broca'sche Sprachzentrum, oder ein großes Gebiet umfaßt, also kein Zentrum im anatomischen Sinne, kann noch nicht entschieden werden, da ein Fall von totaler Agraphie, die als einzige Ausfallserscheinung nach Verletzung eines sehr kleinen Rindengebietes aufgetreten wäre, soviel ich finde, nicht bekannt ist. Selbst wenn ein solcher Fall vorkäme, bei dem die rechte Hand, ohne

1) Zur Psychologie des Schreibens. Mit besonderer Rücksicht auf individuelle Verschiedenheiten der Handschrift. Hamburg u. Leipzig, L. Voß 1895.

Digitized by Google

sonst gelähmt zu sein, nur wegen Schädigung einer einzigen kleinen Stelle im Großhirn nicht mehr schreiben könnte, würde es noch ein anderer Körperteil, die linke Hand, der Mund, der Fuß, noch können, und die Unsicherheit inbetreff der Natur des rechtshändigen wie jedes anderen Schreibzentrums bliebe bestehen.

„Nichtsdestoweniger läßt sich vom Schreibzentrum, als dem morphologischen Substrat der Schreibbewegung im Gehirn, zweierlei mit der höchsten Wahrscheinlichkeit aussagen. Erstens kann es mit dem Sprachzentrum nicht identisch sein. Zweitens muß es ein bilateral-symmetrisches Gebilde sein, auch wenn das Kind ausschließlich mit der rechten Hand schreiben gelernt hat."

„Der erstere Satz wird bewiesen durch die Tatsache, daß nach totalem Verlust der Sprache das Vermögen zu schreiben erhalten bleiben kann. Nur muß hierbei beachtet werden, daß trotzdem normaler Weise ein sehr fester Zusammenhang zwischen Schreib- und Sprachzentrum existiert. Denn nur derjenige, welcher bereits sprechen gelernt hat, ist imstande schreiben zu lernen. Es ist keineswegs erforderlich, daß gerade das gewöhnliche artikulierte hörbare Sprechen vorher erlernt worden sei, auch die Fingersprache genügt. Ja, das Schreiben selbst ist im buchstäblichen Sinne eine Art Fingersprache. Aber es ist ein stummes Sprechen von bereits Gesprochenem, sei es unmittelbar Gehörtem — beim Diktate, sei es früher Gehörtem oder innerlich Gesprochenem — d. h. Gedachtem und auswendig Gelerntem oder — beim Kopieren — schon Geschriebenem."

„Die nicht seltenen Fälle, bei denen der Kranke außer Stande ist irgend etwas vorzulesen, etwas Vorgesagtes nachzusprechen und freiwillig zu sprechen, doch das Gesprochene versteht, und sehr gut aufschreiben kann, auch die Schrift versteht und richtig kopiert und seine Gedanken richtig mittelst der gewöhnlichen Schriftzeichen ausdrückt, also willkürlich zu schreiben vermag: diese Fälle von ataktischer Aphasie ohne Agraphie und Paragraphie beweisen, daß das Schreibzentrum, von dem die Impulse zum Schreiben von Wörtern ausgehen, nicht mit dem Sprachzentrum identisch sein kann, von dem die Impulse zum Sprechen derselben Wörter ausgehen.

„Zugleich wird aber durch andere Formen der Aphasie die feste organische Zusammengehörigkeit beider Zentren dargetan. Denn bei der gewöhnlichen ataktischen Aphasie treten Aphasie und Agraphie zugleich ein, während bei der zentrosensorischen Aphasie sowohl das Vermögen, willkürlich zu sprechen, als auch das, willkürlich zu schreiben, erhalten sind, und die Fähigkeit, nachzusprechen, zugleich mit der, Diktiertes nachzuschreiben, erlischt. Indessen beweist das Erhaltensein

Digitized by Google

des Vermögens, eine Vorlage richtig abzuschreiben, welche nicht laut gelesen werden kann, gerade in diesem Falle, wie auch bei der ataktischen Aphasie, die relative Autonomie des Schreibzentrums."

„Die funktionelle und höchst wahrscheinlich auch die anatomische Zusammengehörigkeit beider Zentren wird ferner durch diejenigen Fälle dargetan, wo das willkürliche Schreiben und Sprechen verloren gingen, dagegen das Verständnis des Gesprochenen und Geschriebenen, das Vermögen, laut zu lesen und abzuschreiben, nachzusprechen und nachzuschreiben, erhalten bleiben." „Den funktionellen Parallelismus der beiden Zentren beweist endlich noch der merkwürdige von Lichtheim (im deutschen Archiv für klinische Medizin, 36. Bd. 1885) beschriebene Fall des Joh. Ulrich Schwarz, welcher zwar das Verständnis der Sprache und der Schrift verloren hatte, aber willkürlich sprechen und schreiben, nachsprechen und nachschreiben, laut lesen und kopieren konnte."

„Ueberhaupt geht aus der von Lichtheim gegebenen scharfsinnigen Darlegung der Beziehungen der Aphasie zur Agraphie zweifelfrei hervor, daß bei allen Menschen, welche zuerst artikuliert sprechen und dann in der üblichen Weise lesen und schreiben gelernt haben, das Schreibenlernen vom Sprechenlernen abhängig ist, ohne daß, nachdem einmal beides erworben worden, das Schreiben an dieselben Hirnteile gebunden sein kann wie das Sprechen. Mit andern Worten: das Schreibzentrum ist vom Sprechzentrum verschieden, hängt aber mit ihm zusammen, sodaß, was auf dieses wirkt, auch auf jenes wirken kann, und zwar gibt es ein sensorisches und ein motorisches Schreibzentrum, geradeso wie es ein sensorisches und ein motorisches Sprechzentrum gibt. Die zum Schreiben erforderlichen Erinnerungsschriftbilder bleiben bei sehenden Taubgeborenen in der Sehsphäre und Fühlsphäre, bei Blindtaubgeborenen nur in dieser deponiert."

„Der zweite Satz, daß das Schreibzentrum bilateral-symmetrisch, also paarig sein muß, wird durch pathologische Erfahrungen und einfache physiologische Versuche bewiesen. Aus jenen geht hervor, daß nach Lähmung der rechten Hand infolge von Läsionen der linken Großhirnhemisphäre die linke Hand sehr leicht schreiben lernt."

Daß mehr das Gehirn bezw. die Seele, als die Hand den Charakter der Schrift bestimmt, beweisen einige sehr auffallende hypnotische Erscheinungen. Man suggerierte einem Manne in der Hypnose, er sei noch ein Knabe, und er schrieb in diesem Zustande eine Kinderschrift, ein anderer, dem man einredete, er sei ein Weib, schrieb in diesem Zustande eine weibliche Hand. Manche Medien liefern die Schriften verschiedener Verstorbenen, welche, wenn auch vielleicht nicht der Wahrheit entsprechend, doch unter sich charakteristisch

Digitized by Google

verschieden sind. Ein sehr musikalischer zwölfjähriger Knabe produzierte im Traumzustande die Namensschriften verschiedener Musiker, die zum teil Anklänge an den wirklichen Schriftcharakter zeigten, jedenfalls von einander verschieden waren. Wahrscheinlich hatte der Knabe die Handschriften der betreffenden Künstler gesehen und sie nun in seiner gehobenen Stimmung nachgeahmt; vielleicht bestimmte auch die Meinung, die er sich vom Charakter des betreffenden Musikers gemacht hatte, ihm eine demselben entsprechende Schrift unterzulegen und dieselbe zu reproduzieren.

Auf diese Beobachtungen nun stützt Preyer den praktischen Teil seiner Psychologie des Schreibens, die Graphologie im engeren Sinne, d. h. die Deutung des geistigen Charakters aus der Handschrift.

„Der Zusammenhang zwischen psychischen und physischen Vorgängen tritt beim Schreiben faßlicher zu Tage als bei irgend einer anderen willkürlichen Bewegung. Denn keine hinterläßt so deutliche, unmittelbare Spuren, welche während langer Zeiten unverändert bleiben und fern von ihrem Urheber diesen mit Sicherheit zu bezeichnen gestatten. Es erfordert nur geringe Übung, um allein an der Handschrift den Absender eines Briefes zu erkennen. Ein Fremder kann sogar in vielen Fällen dessen Abstammung angeben. Denn sowie es Nationalphysiognomien, Nationaltrachten, nationale Geberden gibt, gibt es auch Nationalhandschriften. Die englische ist von der französischen und italienischen so verschieden, daß auch dem in der Schriftvergleichung Unerfahrenen die Verschiedenheit sogleich auffällt."

Daraus ergibt sich ganz sicher ein Zusammenhang zwischen Schrift und Schreiber im allgemeinen, problematischer gestaltet sich die Sache, wenn man versucht, im einzelnen aus einer Schrift den geistigen Charakter des Schreibers zu bestimmen. Preyer versucht auch dieses, und wenn wir ihm in den einzelnen Deutungen auch nicht rückhaltlos beistimmen können, so ist doch die Analyse der Schrift, die er für diesen Zweck vornehmen mußte, von dauerndem Werte. Die Eigenschaften nämlich, durch welche die individuellen Verschiedenheiten der Schriften, und also der Charakter einer Schrift zustande kommt, sind sehr zahlreich und zum teil sehr minutiös. Preyer hat sie auf 10 Gruppen zurückzuführen gewußt; nämlich

1. Die Form der Buchstaben, Ziffern, Interpunktionszeichen. Dieselbe ist bedingt vorzüglich durch den Richtungswechsel der Federspitzenbewegung, durch die Länge des in jeder Richtung zurückgelegten Weges und durch die Häufigkeit und Art der Unterbrechung des kontinuierlichen Federzuges.

Digitized by Google

2. Die Verbindung der Schriftzeichen (Buchstaben und Ziffern) mit einander. Die kontinuierliche Federbewegung kann seltenere oder häufigere Absätze zeigen.

3. Die Vollständigkeit der Schrift hängt ab zumeist von der Vermeidung von Unterbrechungen in den Strichen eines Buchstabens, der Wörter, in denen keine Buchstaben fehlen, keiner korrigiert sein darf, der Zeilen, welche durch die Abstände der Wörter bedingt ist; kein Wort darf fehlen keines verdoppelt sein.

4. Die Größe der Schriftzeichen, wobei auch die einzelnen Teile der Buchstaben, ihr Verhältnis zu einander, die Krümmungshalbmesser der Bogen usw. zu berücksichtigen sind.

5. Die Grund- und Haarstriche.

6. Die Schriftlage, welche bei gegebener Lage der Schreibfläche nur von der Richtung der Federbewegung abhängt.

7. Die Richtung der Zeilen, abhängig von der Neigung gegen die ideale Linie, welche mit dem oberen und unteren Rande der Schreibfläche parallel geht.

8. Die Länge der Zeilen, und 9. ihr Abstand.

10. Die Paraphe oder der Namenszug. Hier kommen alle vier charakterisierenden Momente abwechselnd zur hervorragenden Geltung: die Richtung des Federzuges, seine Länge, Breite und seine Unterbrechungen.

Wir wollen nun auch einige von Preyer versuchte Deutungen, wobei ihm die sorgfältigen Versuche und Studien des genannten Abbé Michon hauptsächliche Dienste leisteten, hier ausheben.

Eine besondere Bedeutung legt er der Größe der Schrift bei, wobei eine Höhe der Minuskeln von 2 mm als Mittelmaß gilt. Jede Schrift von nicht mehr als einem Millimeter ist klein und verrät die Abwesenheit hochgestellter Ziele von allgemeinster Bedeutung und eine Vorliebe für Beschäftigungen mit Einzelheiten. Dagegen wollen diejenigen, welche sich regelmäßig großer Schrift bedienen, „hoch hinaus". Indes fügt er vorsichtig bei: Nur wer fleißig viele Handschriften und Menschen studiert hat, kann aus Briefen erkennen, ob sie von Männern, die Erfolg haben und begabt sind, herrühren, oder von Unbedeutenden, welche eben durch die Größe oder Kleinheit der Schriftzeichen sich von andern abzuheben trachten.

Indes glaube ich, daß auch so das aufgestellte Kriterium zu allgemein ist; ich kenne Männer von auffallend kleiner Schrift, welchen hohe Gedanken in ungewöhnlichem Maße eigen sind. Und umgekehrt, solche, welche „bergauf" schreiben, was nach Preyer gleichfalls hochstrebenden Geistern eigen ist, aber in ungewöhnlich gedrückten Ver-

Digitized by Google

hältnissen leben, sodaß sie sich zu höheren Plänen kaum erschwingen können.

In der Festschrift zu Wundt's 70. Geburtstag veröffentlicht Ch. H. Judd einen Aufsatz über Schreibbewegungen.[1])

Es wird das Verhältnis zwischen dem Bewußtsein und der Schreibbewegung untersucht, nämlich: „Welches ist die Beziehung des Bewußtseins zu der Aneignung der Schreibbewegung, und welche Änderungen in diesen Beziehungen treten ein, wenn die Bewegungen automatisch werden." Speziell fand der Verf., daß die sensations of movement keinen wichtigen Anteil bei der Erwerbung des Schreib-Habitus haben.

Einen merkwürdigen Fall, der den Zusammenhang zwischen Vorstellen und Schreiben kennzeichnet, hat R. Sommer[2]) zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Grashey veröffentlichte im Jahre 1885 die Beobachtungen, welche er an einem Brauknechte Voit gemacht, der infolge einer Hirnverletzung an Gedächtnisstörungen litt. Sommer hat nach fünf Jahren denselben Patienten wieder eingehend beobachtet und die Resultate Grashey's im ganzen bestätigt gefunden, sie erweitert und zum Teil anders gedeutet. Der Patient kann gesehene Gegenstände und Worte nur eine minimale Zeit festhalten. Er hilft sich aber mit Schreibbewegungen der Hände oder der Füße oder selbst der Zunge innerhalb des Mundes. Wenn er verhindert wird, eines dieser Organe zu bewegen, kann er absolut nicht die bekanntesten Namen der Dinge finden, ein kurz vorher gesehenes Objekt nicht wieder erkennen. „Schreibend findet er" die Objekte und die Namen.

Grashey erklärte sich dies so: Weil Voit jeden Buchstabenlaut des Wortes, welcher in ihm bei Vorzeigung eines Gegenstandes hervorgerufen wird, sofort wieder vergißt, so schreibt er den Buchstaben, um durch Ablesen den Laut wiederzufinden. Darnach könnte er offenbar nur dann ein ganzes Wort als Lautkombination schreibend finden, wenn er die einzelnen Buchstaben sich dauernd sichtbar fixierte. Nun findet er schreibend die Worte, wenn er gar nicht auf die Schrift oder die Schreibbewegungen hinsieht. Zweitens müßte nach der Grashey'schen Deutung bei totaler Fesselung wenigstens der erste Buchstabe des Wortes für einen vorgehaltenen Gegenstand gefunden werden. Sommer konnte aber feststellen, daß, wenn ihm Hände und Füße ge-

1) An experimental study of writing movements by Ch. H. Judd. (Cincinnati)

2) Zur Psychologie der Sprache. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane. 1891. 2. Bd. S. 143.

Digitized by Google

halten wurden und er die Zunge herausstreckte, auch nicht der Anfangsbuchstabe gefunden wurde.

Er hält für „erwiesen, daß in Voit im Zustande der Fesselung keine Lautgebilde (Buchstabenlaute) auch bei dauernd festgehaltenem Objektbild ausgelöst werden.“ Er ist auch unfähig, ein Wort zu ergänzen, wenn man es fast ganz ausgesprochen oder hingeschrieben hat. „Voit konnte die Zugehörigkeit zu den Bildern ‚Laterne, Hammer, Gabel . . .‘ nicht erkennen, selbst wenn man folgende Bruchstücke hinschrieb: Later, Ham, Gab . . .

„Es geht daraus hervor, daß dem nach der Lösung bemerkbaren Schreiben bei Voit keine Buchstabenvorstellungen innerlich vorausgehen, ebensowenig als im Zustande der Fesselung Klanggebilde beim Anblick eines Objektes in ihm wachgerufen werden, daß im Gegenteil das Wort, die Lautkombination, erst durch die Schreibbewegungen lebendig wird.“

Noch entschiedener werden die Lautvorstellungen als Mittelglieder zwischen gesehenen Objekten und Schreibbewegungen durch folgende Versuche ausgeschlossen. Zeigt man ihm eine Guitarre und eine Trompete, so weiß er gefesselt das gemeinsame Wort für beide nicht zu finden, nickt aber lebhaft bei der Frage, ob sie zusammengehören. Entfesselt nennt er sie richtig Musikinstrumente. Hier geht also der Begriff dem Laute evident voraus.

Der Fall Voit beweist also, „daß es ein Schreiben gibt, welches nicht der Ausdruck von vorgestellten Buchstabenzeichen und vermittelst dieser von gedachten Lauten ist.“

Sommer stellt zur Erklärung folgende Hypothese auf.

„Denkt man sich diejenigen Gehirnteile, deren Verlust nach den neueren Experimenten und pathologischen Beobachtungen den Verlust von Erinnerungsbildern bedingt, als Bewegungsapparate, deren Zerstörung ähnlich wirkt, wie im vorliegenden Falle die Fesselung, so ließe sich die Amnesie erklären, ohne daß man in der modernen, plump materialistischen Weise annimmt, daß die Erinnerungsbilder in den betroffenen Zellen ‚lokalisiert‘ gewesen seien. Es kann hier nicht näher ausgeführt werden, daß sich das gesamte Beobachtungsmaterial über Amnesie und amnesische Aphasie ungezwungen von dieser Idee aus erklären läßt.“

Mit der Deutung Sommer's, der auch Wolff zustimmt, ist H. Wegener[1]) nicht einverstanden.

1) Über recht- und rückläufige Schrift. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1898. 16. Bd. S. 190.

Digitized by Google

Im Falle Voit hatte G. Wolff die Ansicht geäußert, der Patient bedürfe die anschauliche Vorstellung der Schreibbewegung, um das Wort zu finden, und schloß dies auch aus dem Umstande, daß Voit auf ein an die Stirne gehaltenes Papier rechtläufig schrieb, während die normalen Menschen dann Spiegelschrift schreiben.

Verf. hat dagegen an sechs Klassen Schulkindern gefunden, daß sie in den untersten Klassen allerdings meist Spiegelschrift schreiben, weiter nach oben aber immer mehr rechtläufig.

Er folgert: „1. Dem zunehmenden Alter entspricht die Zunahme rechtläufiger Stirnschrift. 2. Erwachsene Personen schreiben häufiger recht- als rückläufige Stirnschrift. 3. Voit's Stirnschrift ist keine Ausnahme, sondern eine normale Erscheinung. 4. Die von Wolff aus der Beobachtung der rechtläufigen Stirnschrift Voit's gezogene Folgerung, daß bei letzterem das motorische Element im Vordergrunde steht, stützt sich auf eine falsche Voraussetzung. 5. Die Annahme, daß im Falle Voit das optische Schriftbild bei der Entstehung der Aussprache an erster Stelle in Betracht kommt, ist vielmehr mit den beobachteten Tatsachen vereinbar, welche Wolff das Zurücktreten optischer Schriftvorstellungen wahrscheinlich machen."

Ihnen stimmt dagegen entschieden bei A. Pick[1]):

Sommer hatte die Frage aufgeworfen: „Gibt es physiologische oder pathologische Fälle, in denen Erinnerungen durch Vermittelung von gewollten Bewegungen wach werden, und in denen durch Behinderung dieser Bewegungen Amnesie hervorgerufen werden kann?" Der Verf. beantwortet diese Frage mit Ja, indem er hauptsächlich französisches Tatsachenmaterial beibringt und zugleich die Theorie Charcot's darlegt. Die Aphasie gestaltet sich individuell verschieden, je nachdem bei einem Menschen entweder das Klangbild, das Schriftbild, artikulatorische oder graphische Bewegungsvorstellungen aus den übrigen Komponenten hervorstechend mit der Vorstellung leise mitklingen. Es bedurfte nicht erst des Falles Voit, den Sommer beschrieben hat, um die Tatsache zu beweisen, „daß nicht alle Menschen buchstabierend schreiben; es gibt normale und pathologische Fälle, in denen vermittelst Schreibens Klangbilder gefunden werden."

Hierher gehört ein Aufsatz von R. Sommer: „Zur Theorie der zerebralen Schreib- und Lesestörungen".

Er referierte über Beobachtungen an einem 60jährigen Mann, der nach einem Schlaganfall nicht mehr lesen und schreiben konnte, dann aber

1) Bemerkungen zu dem Aufsatze von Dr. Sommer: „Zur Psychologie der Sprache." Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1891/2. 3. Bd. S. 48.

Digitized by Google

allmählich wieder sich etwas erholte. In dieser Zeit konnte er manche Buchstaben nicht lesen, bei einigen trat ein Wechsel zwischen Kennen und Nichtkennen ein. Aber auch diejenigen, welche er kannte, vermochte er nicht in Worte zusammenzufassen, wenn er selbst die Worte buchstabiert hatte. „Außer der partiellen Buchstaben-Alexie hat er also noch eine Störung: er kann eine Reihe ihm bekannter Buchstaben nur mit Mühe oder gar nicht zu einem Worte zusammenfassen, selbst wenn sie ihm dauernd vorliegen." „Das Zusammenfügen von richtig gelesenen und gemerkten Buchstabenreihen ist also eine gesonderte psychische Funktion."

Schreiben konnte er seinen Namen und Geburtsort, erkannte auch die einzelnen Worte, konnte sie aber nicht buchstabieren. Alle Buchstaben vermochte er nicht zu schreiben, für f machte er einen Haken. Gewisse Fragen konnte er schriftlich beantworten. Auf die Frage: wie heißt Ihr Bezirksamt? schrieb er: Würzburg. Aber weder auf Diktat noch spontan vermochte er alles zu schreiben[1]).

C. Ritter berichtet über „Unfähigkeit zu lesen und direkt zu schreiben bei voller Sprachfähigkeit und Schreibfertigkeit."[2])

N. Leizner kennt alle Buchstaben, liest sie, buchstabiert die Worte, kann sie aber nicht zu einem Worte zusammenfassen. Zahlen dagegen, selbst 6-stellige, kann er lesen und schreiben. Er kann auch gelesene Worte abschreiben, aber nicht diktierte; freilich, wenn er die Buchstaben nicht zu einem Worte zusammenfassen kann, kann er diese auch nicht zerlegen, um sie im Schreiben zusammenzufassen. Auch längere unbekannte Worte weiß er vorgesprochen nicht zu wiederholen, noch weniger größere Zahlen. Auch etwas längere Sätze konnte er nicht ohne starke Veränderungen nachsprechen.

Da er im übrigen ganz normal war, so ist sein Zustand reiner unkomplizierter Idiotismus.

Bei den Spiritisten spielt das „automatische", ohne Bewußtsein der Medien auftretende Schreiben eine wichtige Rolle. Dasselbe soll evident den Einfluß von Geistern beweisen.

Darüber handelt J. Beßmer.[3])

Automatische Bewegungen auch ohne alles Bewußtsein begegnen uns im wachen und gesunden Leben (Muskellesen), im Traume, in der Hypnose. Die Hypnotisierten wissen nichts von den in der Hyp-

1) Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 1893. 5. Bd. S. 305.
2) A. a. O. 28. Bd. S. 96.
3) Laacher Stimmen. 1903. S. 44.

Digitized by Google

nose suggerierten Handlungen, schreiben sie aber automatisch auf. Man hat das Auftreten von automatischem Schreiben auch nach Verletzung des Gehirns beobachtet. Nach Myers beginnt es mit undeutlichem Gekritzel, dann folgen undeutliche Buchstaben, dann schlechte Sätze, fremdartige Handschriften, mit Schnörkeln: alles ganz natürlich. Es lassen sich keine Mitteilungen anführen, welche Kenntnisse aus dem Jenseits voraussetzen; wir haben entweder rein physiologische Einflüsse von innen und außen, oder es wirken Phantasie und Gedächtnis und auch etwas Vernunft wie im Traume mit.[1])

1) Vergl. auch Groß, Untersuchungen über die Schrift Gesunder und Geisteskranker. Psychologische Arbeiten herausgegeben von W. E. Kraepelin. 2. Bd. 1899.

Mayer, Über die Beeinflussung der Schrift durch den Alkohol. 3. Bd. 1901.

Diehl, Über die Eigenschaften der Schrift bei Gesunden. Ebds.

Digitized by Google

Neunzehntes Kapitel.

Differentielle Psychologie.

Darüber liegen die besten Experimente und Erörterungen von L. W. Stern[1]) vor.

Wie der Verf. in seiner „Psychologie der Veränderungswahrnehmung" ein Gebiet der experimentellen Psychologie in Angriff nahm, das von anderen Forschern entweder noch gar nicht oder doch nur gelegentlich und nebenbei betreten war, so muß auch diese neue Arbeit als eine Originalleistung bezeichnet werden: denn die übrigen Forscher haben meist nur generelle Psychologie betrieben, sie suchten durch ihre Beobachtungen allgemeine Gesetze des Seelenlebens, die für alle Individuen gelten, festzustellen; die individuellen Differenzen, die sich bei den Experimenten allerdings ergeben, treten dabei eigentlich mehr störend auf, höchstens konnten verschiedene Typen, wie etwa visueller und auditiver Typus beim Gedächtnisse, bei Rechenkünstlern konstatiert werden. Nun ist es sicher eine sehr dankenswerte Aufgabe, gerade diese individuellen Differenzen des Seelenlebens einer direkten Untersuchung zu unterziehen. Denn wenn auch die Wissenschaft auf das Allgemeine geht, so tragen doch auch diese individuellen Differenzen ein allgemeines Gepräge: man sucht allgemeine Formen individueller Betätigung, typische Differenzen des Seelenlebens, ihr regelmäßiges Vorkommen mit anderen Spezialitäten, den gesetzmäßigen Zusammenhang dieser verschiedenen Mannigfaltigkeiten, womit man möglicherweise das Wesen derselben, ja das charakteristische Wesen der Individualität zu ergründen imstande sein dürfte. Der Verfasser wenigstens spricht die Zuversicht aus, daß auf diesem Wege die schon so oft gesuchte haecceitas gefunden werden möchte. Ich weiß nicht,

1) Über Psychologie der individuellen Differenzen. (Ideen zu einer differentiellen Psychologie.) 1900.

Digitized by Google

ob das Experiment je zu diesem geheimnisvollen Kern der Dinge, insbesondere der menschlichen Psyche vordringen wird: jedenfalls begünstigt das, was bis jetzt vorliegt, diese Hoffnung nicht.

Dieser Kern ist ein ursprünglich vom Schöpfer Gegebenes, dessen tiefstes Innere nur sehr unvollkommen aus den Äußerungen erschlossen werden kann. Zunächst können und müssen wir aus den Äußerungen auf bestimmte Dispositionen, Eigenschaften, Kräfte und Vermögen der individuellen Seele schließen. Wenn nun der Verf. meint, die Vermögen seien ein und für alle Mal für die generelle Psychologie so auch für die differentielle abgetan, dann läßt sich noch weniger aus den Äußerungen der Seele der letzte, innerste, allgemeine Grund des Seelenlebens erkennen; denn erst müssen wir die differentielle Betätigung auf die spezifischen Dispositionen, Eigenschaften des Individuums, und durch sie erst auf einen tieferen Seelengrund zurückführen. Wir müssen also vielmehr umgekehrt schließen: Die Seelenkräfte sind ein unabweisbares Postulat der generellen Psychologie, folglich kann auch die differentielle Psychologie ursprünglich angeborener individueller Dispositionen, Eigenschaften der individuellen Seele nicht entraten. Ausdrücklich erkennen die fortgeschrittensten Positivisten und Aktualisten die „Dispositionen" wieder an. Freilich wollen sie durchaus nicht die alten Seelenkräfte wieder rehabilitieren, sondern der neue Begriff soll von dem alten so verschieden sein, wie der alte und der neue Kraftbegriff. Aber hat denn die Mechanik, indem sie analysierend die Kräfte auf Masse und Bewegung zurückführte, die Kraft, Energie selbst beseitigt? Einen so fundamentalen, mit dem Kausalitätsbegriff so eng zusammenhängenden Begriff kann auch der extremste Radikalismus nicht wegdemonstrieren; auch die extremsten Aktualisten vermögen ohne Verstand nicht zu denken.

Aber freilich gebührt der modernen Psychologie das Verdienst, durch Analyse die komplizierten Seelenerscheinungen auf einfachere Grundtatsachen zurückgeführt, und somit auch die ursprünglichen Grundkräfte verringert zu haben. In diesem Sinne ist es auch ein Verdienst vorliegender Schrift, daß sie nicht mit vorausgesetzten Eigenschaften als gegebenen Größen der Individuen operiert, sondern die Erscheinungen im einzelnen der Untersuchung unterzieht.

Das Feld, das der Verf. in dieser Schrift zuerst systematisch zu bearbeiten unternimmt, ist so neu, daß er sich selbst über den Namen der neuen Wissenschaft verständigen muß. Bahnsen hat nach französischen Vorgängen den Namen Charakteriologie gebraucht, Mill nennt sie Ethologie, Binet, Henri, Kraepelin u. a. Individual- oder individuelle Psychologie.

Digitized by Google

Aber die beiden ersten Namen sind zu speziell, der dritte wäre an sich geeignet, das eigentliche Objekt zu bezeichnen, er wird aber bereits in einem anderen Sinne gebraucht, im Gegensatz nämlich zur Sozial- und Völkerpsychologie. Darum schlägt der Verf. den Ausdruck: „Differentielle Psychologie" vor.

Was die Methoden der Untersuchung anlangt, so ist von Binet und Henri u. a. die der sogen. mental tests als unübertrefflich vorgeschlagen und in Anwendung gebracht worden; in $1^1/_2$ Stunde hat dieselbe das Individuum vollständig durchschaut. Man nimmt alle psychischen Fähigkeiten, insbesondere die höheren, bei denen die individuellen Differenzen stärker hervortreten, durch, stellt durch das Experiment, das für jede Tätigkeit bloß 5′ dauern darf, seine Art zu reagieren fest.

Diese Methode findet Verf. mit Recht zu summarisch und bequem,[1]) als daß sie tiefer in das Geheimnis der Individualität einführen könnte. Unter den fünf zuverlässigeren: Selbstbeobachtung, Beobachtung anderer, Verwertung von Geschichte und Poesie, Kulturstudien, Massenprüfung (Enquête) und Experiment bevorzugt er die letztere.

Da indessen eigens darauf gerichtete Experimente wenige vorliegen, so benutzt der Verf. gelegentlich sich ergebende individuelle Schwankungen, teils eigene, teils fremde Resultate. Da es sich also hier um einen bloßen Anfang, um Anregung zu spezielleren Bearbeitung der differentiellen Psychologie handelt, können die Ergebnisse noch nicht sehr reichhaltig sein. Wir wollen nur die hauptsächlichsten herausheben.

Im Gebiete der Sinneswahrnehmungen kann man einen visuellen und einen auditiven, einen sensitiven und einen motorischen Typus unterscheiden. Ersterer Unterschied zeigt sich recht auffallend bei Rechenkünstlern: der visuelle reproduziert am besten gesehene, geschriebene Zahlen, der letztere gehörte. Nach Bourdon „ist man motorisch, wenn man sich bei der Vorstellung gesprochener oder gesungener Worte aktiv sprechen oder singen fühlt; hört man dagegen gleichsam eine Stimme in sich oder außer sich sprechen, so ist man wahrscheinlich auditiv. Man ist auditiv, wenn man sich deutlich die Klangfarbe vorstellt."

Das Gedächtnis zeigt viele Unterschiede in der Schnelligkeit, Festigkeit und Treue.

---

1) Henri hat diese Methode selbst verworfen, wie er auf dem 1. Kongreß für experimentelle Psychologie erklärte.

Digitized by Google

„Am wichtigsten aber für die ganze Gedankenmechanik scheint nicht das Erlernen für sich und das Behalten für sich zu sein, sondern das Verhältnis, in dem beide Funktionen zu einander stehen. Ein bekannter Gemeinsatz lautet: Wer leicht lernt, vergißt auch leicht, wer schwer lernt, behält besser. Dieser Satz ist wohl im groben richtig, aber er weist nicht nur die zahlreichsten Abstufungen, sondern auch Ausnahmen auf: es gibt Menschen, welche mit großer Lerngeschwindigkeit eine starke Zähigkeit des Gedächtnisses verbinden, andere, welche beides vermissen lassen. Erst dort, wo beide Eigenschaften in günstiger Form vereint sind, kann man in einem wahren Sinne von einem guten Gedächtnisse sprechen."

Ja man kann diese Güte des Gedächtnisses sogar messen. Wie Ebbinghaus gezeigt hat, kann man die Wirkungskraft des Gedächtnisses dadurch erproben, daß man eine früher gelernte und scheinbar wieder vergessene Silbenreihe nach bestimmter Zeit noch einmal lernen läßt und feststellt, wie viel leichter sie sich wieder einprägen läßt. Die beim zweiten Lernen gefundene Arbeitsersparnis (meßbar durch das Verhältnis der ersten und der zweiten Wiederholung) ist ein Index für die Festigkeit des Gedächtnisses.[1])

Das Gedächtnis lernt aber um so besser, je kleiner die Gesamtanzahl der Wiederholungen beim ersten und zweiten Male $(x + y)$ ist, es behält um so besser, je größer x; seine Gesamtgüte setzt sich zusammen aus beiden Faktoren, ist also auszudrücken durch $\frac{1}{x+y} \cdot \frac{x}{y}$.

Eine besondere Aufmerksamkeit hat Verf. den Unterschieden im Urteilen zugewandt, und das wohl darum, weil er hierin mehr als sonst auf einige Experimente sich stützen konnte. Er hatte schon in einem eigenen Aufsatz in der „Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg." aus einer Beobachtung über kontinuierliche Veränderungen einen doppelten Typus in Urteilen, den subjektiven und den objektiven Typus unterschieden.

Er beschreibt den Unterschied genauer nach den oben mitgeteilten Experimenten über Tonveränderungen.[2])

Die Experimente über Tonveränderungen zeigten „die typische

1) Beim ersten Male seien x, beim zweiten y Wiederholungen notwendig gewesen, so ist die Arbeitsersparnis um so größer, je größer x im Verhältnis zu y ist, d. h. je größer der Wert des Bruches $\frac{x}{y}$.

2) Ein Beitrag zur differentiellen Psychologie des Urteils. 1899. 22. Bd. S. 13. Vergl. oben S. 343 ff.

Digitized by Google

Art, wie sich die Individuen urteilend äußeren Reizen gegenüber verhalten." Es gibt zwei Typen, einen objektiven und einen subjektiven. Der erstere „gibt sich möglichst passiv dem Eindruck hin, verhält sich kontemplativ, paßt sich daher auch in hohem Grade den Variationen der äußeren Reize an; er wartet mit der Reaktion, bis er zu einem sicheren Urteil gelangt ist. Der „Subjektive" wartet nicht, sondern erwartet etwas, läßt sich leicht durch vorgefaßte Meinung oder Ungeduld bestimmen zu reagieren, und hat überhaupt eine starke Tendenz zu motorischen Entladungen. „Der Moment der Wahrnehmung wird weniger durch die Beschaffenheit des Wahrgenommenen, als durch subjektive periodische Auf- und Niederschwingungen der psychischen Aktivität bestimmt." „Nicht er beherrscht den Gegenstand, sondern er wird beherrscht von seinem eigenen subjektiven Zustand."

Diese Unterscheidung ist, wie der Verf. ausdrücklich bemerkt, nur gelegentlich und zwar nur von zwei Individuen abgeleitet worden: eine weitere Untersuchung wird wohl noch viele Mischformen und Unterabteilungen zu konstatieren haben. Indes wendet er diese Unterscheidung bereits zur Erklärung des bekannten Unterschiedes zwischen den zwei verschiedenen Typen der Reaktion: der sensoriellen und der muskulären an. Wer auf die nach einem gehörten Signal zu machende Handbewegung achtet, macht diese Bewegung schneller, als wer zunächst auf den Schall horcht, um die Handbewegung auszuführen.

Lange, der diesen Unterschied zuerst fand, erklärte ihn aus dem mechanisierten, automatischen Charakter der motorischen Reaktion, und noch jetzt ist in Deutschland diese Auffassung die herrschende. Neuerdings wurde sie von Alechsieff durch Beobachtungen von Durchgangsreaktionen auch für Reaktionen auf stetige Reize bestätigt [1]). Dagegen erblickt Baldwin darin zwei verschiedene Arten der psychischen Betätigung, die mit zwei Arten innerlicher Sprache parallel gehen. Die sensorielle Reaktion entspricht der Bevorzugung sensorieller (optischer, akustischer) Sprachelemente, die motorische der von Bewegungsvorstellungen und -Empfindungen beim Sprechen.

Aber Titchener und Flournoy haben dargetan, daß dieser Parallelismus tatsächlich nicht besteht. Nach Flournoy gibt es sogar 4 Reaktionstypen: den motorischen, den zentralen, den indifferenten, den sensoriellen. Die zentrale Reaktion ist die schnellste, sie erfolgt, wenn die Aufmerksamkeit auf Reiz und Bewegung als Ganzes ge-

1) Reaktionszeiten bei Durchgangsbeobachtungen. Philos. Stud. von Wundt. 1900. S. 1 ff. Vergl. oben S. 251 f.

Digitized by Google

richtet ist, womit Alechsieff's Versuche übereinstimmen, der fand, daß die Reaktion um so länger ausfällt, je komplizierter der ganze Prozeß des Reagierens ist, und je mehr dabei auf die einzelnen Momente geachtet wird. Achtet man bloß auf das letzte Moment, die Handbewegung, so werden die vorausgehenden Tätigkeiten ganz spontan vollzogen. Daher die Verkürzung der Zeit.

Verf. findet dagegen die sensorielle Reaktion als Eigentümlichkeit des „Objektiven", die muskuläre als die des „Subjektiven". Der letztere erwartet sein eigenes Losbrechen, der erstere den Eindruck. Diese Erklärung hat gewiß ihre Berechtigung; sie schließt aber die von Lange nicht aus, sondern zum Teil ein; jedenfalls können beide neben einander bestehen und als Partialmomente die verschiedenen Arten der Reaktion begründen.

Die Methode der mental tests in der Differentialpsychologie wurde experimentell durch Wißler geprüft und verworfen.

Psychologen, noch mehr Pädagogen haben eifrig nach einen leicht zu handhabenden Mittel gesucht, um durch Messung einer äußeren körperlichen, leicht zu beobachtenden Leistung die geistige Fähigkeit zu bestimmen. Am bekanntesten und am öftersten geübt ist die Methode, durch Messen der Hautempfindlichkeit die geistige Frische oder Ermüdung der Schulkinder zu beurteilen. Muß man schon von vornherein gegen eine solche Methode Bedenken haben, so hat nun Clark Wißler experimentell nachzuweisen unternommen, daß diese Bedenken sehr berechtigt sind. Er stellte mehrere Jahre lang an der Columbia-Universität in New-York Messungen an Studenten des Kollegs beim Eintritt ins Kolleg und wieder vier Jahre später nach Absolvierung des Kurses an, um den Zusammenhang der verschiedensten Fähigkeiten beurteilen zu können. Es wurden gemessen: Stärke der Hand, Gesichtsschärfe, Farbentüchtigkeit, Vorliebe für eine Farbe, Gehörschärfe, musikalisches Gehör, Gewichtsschätzung, Unterscheidung zweier Punkte auf der Haut, Größenschätzung, Schmerzempfindlichkeit, Reaktionszeit, Ermüdung, Ausstreichen von einer Anzahl Buchstaben aus einem größeren Satze, Farbenbenennung, Schnelligkeit und Genauigkeit von Bewegungen, Rhythmus, Assoziation, Gedächtnis, Einbildungskraft auf verschiedenen Sinnesgebieten. Außerdem wurden Statur und Gesicht, Länge und Breite des Kopfes, Abstammung, Gesundheitszustand, Gewohnheiten der Versuchspersonen berücksichtigt. Das Ergebnis war: es besteht fast gar keine Beziehung zwischen den gemessenen Fähigkeiten; nicht einmal die Schnelligkeit ihrer Betätigung. [1])

1) Vergl. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1902. 3. Bd. S. 159.

Digitized by Google

Etwas günstiger zu ihr stellt sich C. Spearmann, wie er auf dem 1. Kongreß für experimentelle Psychologie ausführt.

Von besonderem Interesse sind die Experimente, welche sich auf geistige Differenz von Mann und Weib beziehen.

Von W. v. Dehn[2]) wurden Prüfungen angestellt an 4 Damen aus der Gesellschaft, 9 Studenten und Doktoren der Medizin, 10 Wärtern der psychiatrischen Klinik zu Dorpat und 9 Wärterinnen, die auch hier angestellt waren.

Geprüft wurden:

1. Der Orts- oder Raumsinn und zwar mit dem Weber'schen Zirkel an 18 Körperstellen mit Ausnahme der gebildeten Damen, wo 10 Stellen untersucht werden konnten. Die Größe des Zirkelabstandes für die Empfindungskreise war diejenige, wie sie Weber angegeben hat.

2. Der Temperatursinn wurde geprüft mittelst Thermometern, die in Metallzylindern staken. In diese Zylinder wurde Glyzerin (als schlechter Wärmeleiter) hineingetan und hierauf dieselben in warmem Wasser erwärmt. 3 Sekunden lang wurde jedes Instrument auf der zu untersuchenden Stelle gehalten und zwar zuerst das eine und gleich darauf das andere. Die Temperaturen, mit denen gearbeitet wurde, schwankten zwischen 26—30° C. Die Differenz zwischen beiden Thermometern betrug beim Untersuchen

des Rückens 1° C
der Fingerkuppe, der Lippe } 0,2° C
des Unterarmes 0,5° C.

3. Der Drucksinn wurde mit dem Eulenburg'schen Barästhesiometer geprüft. Das Gewicht, von dem man ausging, betrug 200 gr. Der Druck wurde um $^1/_{20}$ des ursprünglichen Gewichtes vermehrt. Es wurden im ganzen 4 Körperstellen untersucht:

1. Dorsalseite der II. Phalanx des Mittelfingers,
2. Dorsalseite des Unterarmes,
3. Lippe,
4. Rücken (Interskapularraum).

4. Die elektrische Hautprüfung geschah mittelst Induktionsstromes eines Hirschmann'schen Tisches. Die Entfernung beider Spiralen eines Dubois'schen Schlittenapparates diente als Maß. Armiert waren die Pole mit einer Plattenelektrode und einer Erb'schen Elektrode, an der sich eine Vorrichtung befand, mittelst welcher man einen immer gleichmäßigen Druck ausüben konnte.

2) Vergleichende Prüfungen über den Haut- und Geschmackssinn bei Männern und Frauen verschiedener Stände. Dissert. Dorpat. 1894.

Digitized by Google

Bei allen Untersuchungen wurde gearbeitet nach der Methode der falschen und richtigen Fälle.

Diese Untersuchungen ergaben folgende Resultate:

A. Unterschied der Geschlechter.

1. Sowohl bei Gebildeten wie bei Ungebildeten besitzt die Frau einen besser entwickelten Temperatursinn und eine feinere Empfindung für den elektrischen Reiz, sie wird durch denselben leichter schmerzhaft berührt als der Mann; auch der Geschmackssinn ist bei ihr feiner. Alle diese Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern sind bei den Ungebildeten größer als bei den Gebildeten.

2. Der Raumsinn ist unter den Ungebildeten bei den Frauen besser entwickelt; bei den Gebildeten läßt sich hier kein Unterschied der Geschlechter nachweisen.

3. Der Drucksinn ist bei beiden Geschlechtern gleich gut entwickelt.

B. Unterschied der Bildung.

4. Der gebildete Mann steht auf allen hier untersuchten Gebieten der sensiblen Sphäre über dem ungebildeten Manne.

5. Unter den Frauen stehen sich die gebildeten und die ungebildeten gleich; der einzige deutliche Unterschied scheint der zu sein, daß die ungebildete Frau den faradischen Strom früher empfindet als die gebildete.[1])

Es mögen nun auch die Experimente einer Frau über denselben Gegenstand folgen.[2]) Es erregt natürlich unser besonderes Interesse, den Unterschied zwischen geistiger Befähigung der beiden Geschlechter durch eine Frau experimentell geprüft zu sehen.

Um die motorische Tüchtigkeit zu untersuchen, wurden mit Hilfe des Hippschen Chronoskops die Reaktionszeiten auf Gehörs- und Gesichtseindrücke, sodann die Geschwindigkeit der Fingerbewegungen sowie die Ermüdbarkeit bei denselben ermittelt. Besondere Experimente bezogen sich auf die Koordination der Bewegungen und deren Genauigkeit; auch der Automatismus der Bewegungen wurde bei beiden Geschlechtern geprüft. Es ergab sich:

„Die Bewegungstüchtigkeit ist in den meisten Phasen besser beim männlichen Geschlecht entwickelt als beim weiblichen. Männer haben eine kürzere Reaktionszeit mit einer geringeren mittleren Variation

1) Aus einem Referat von v. Tschisch (Dorpat) in Zeitschr. für Psych. und Phys. d. Sinnesorg. 1899. 7. Bd. S. 429 f.

2) The mental traits of sex. By Helen Bradford Thompson, Ph. D. Chicago. University press. 1903.

Digitized by Google

als die Weiber. Sie besitzen eine größere Geschwindigkeit der Bewegung als Frauen und ermüden weniger schnell. Diese übertreffen die Männer in Bildung neuer motorischer Koordinationen, wie Karten zu ordnen, eine bestimmte zu bezeichnen. Sie sind aber etwas mehr als die Männer motorischem Automatismus unterworfen." [1])

Inbezug auf Haut- und Muskelsinn fand Thompson allgemein eine etwas feinere Empfindlichkeit bei dem weiblichen Geschlechte: das gilt wenigstens „von der Unterscheidung zweier sehr nahen Punkte der berührten Haut, der Schmerzempfindlichkeit bei Druck. Gering ist sie für Genauigkeit bei Berührung. Für passiven Druck und Temperatur besteht kein Unterschied zwischen beiden Geschlechtern. Die Männer sind empfindlicher für Schmerz von elektrischer Reizung, für Beurteilung gehobener Gewichte und vielleicht für Erkennen der berührten Hautstellen."

Für den Geschmack liegt die Schwelle bei Frauen tiefer; nur bei starken Geschmäcken stehen die Männer über ihnen, was mit der Höhe der Schwelle zusammenhängt.

Auch die Schwelle für den Geruch liegt nach vorliegenden Experimenten und dem sehr genauen von Baschide tiefer bei Frauen: inbezug auf Unterscheidung fand sich kein Unterschied.

Für das Gehör konnten allgemein gültige Resultate inbezug auf die Schwelle nicht ermittelt werden; in der Unterscheidung der Höhe der Töne übertreffen die Frauen den Mann.

Das Gesicht der Männer ist tüchtiger für Helligkeit, das der Frauen besser für Farben. In Beurteilung von Flächen und Linienlänge übertrifft der Mann etwas die Frau.

Bei den geistigen Fähigkeiten wurden besonders geprüft: Gedächtnis, Assoziation, Scharfsinn, Denken, Bildung. Das Gedächtnis ist beim weiblichen Geschlechte besser, es lernt schneller und behält besser. Die Assoziation scheint bei Frauen etwas schneller abzulaufen. Einen qualitativen Unterschied hat keine der angewandten Methoden dargetan. Scharfsinn und Erfindungsgabe ist bei den Männern größer als bei den Frauen. Inbezug auf allgemeine Bildung besteht kein Unterschied, wenn Knaben und Mädchen dieselbe Erziehung genossen; bei Frauen herrscht etwas mehr Literaturkenntnis, bei Männern mehr die Wissenschaft vor, was wahrscheinlich wieder nur den Studien zuzuschreiben ist, nicht dem Geschlechte.

Überhaupt tritt die Verfasserin entschieden der biologischen bezw. anatomischen Erklärung der geistigen Verschiedenheit von Mann

1) p. 28.

Digitized by Google

und Weib, wie sie Lombroso, Möbius u. A. geben, entgegen: auch die Schärfe der Sinne, die motorische Überlegenheit insbesondere hängt nach ihr von der Erziehung ab, welche bisher bei den Mädchen vernachlässigt worden ist.

„Dieselben sozialen Einflüsse, welche die Entwicklung der Bewegungstüchtigkeit und Erfindungsgabe bei den Frauen zurückgehalten haben, halten auch die Entwickelung der Schärfe der Sinne und die reproduktiven Geistesprozesse, das Gedächtnis, zurück."

Es ist gewiß zuzugestehen, daß Erziehung und besondere Beschäftigung sehr viel zu der Superiorität des Mannes in geistiger Beziehung beitragen. Damit ist aber eine biologische Begründung nicht ausgeschlossen, wenn auch die Art und Weise, wie sie bei Möbius und Lombroso auftritt, Übertreibung ist.

Digitized by Google

Zwanzigstes Kapitel.

Eine wichtige Etappe in der Entwickelung unserer Wissenschaft bildet

Der erste Kongreß für experimentelle Psychologie.

Die Initiative zu einer Versammlung der Vertreter der experimentellen Psychologie ging von G. E. Müller, Professor dieser Wissenschaft in Göttingen aus. Er motiviert die Dringlichkeit eines solchen Kongresses in dem Einladungsschreiben wie folgt:

„Obwohl die experimentelle Psychologie nun schon seit mehr als zwei Dezennien in Deutschland ihre Pflege findet und überhaupt erst von Deutschland aus ihren Weg genommen hat, so fehlt doch bei uns den psychologischen Bestrebungen noch ein Vereinigungspunkt, wie ihn sämtliche naturwissenschaftliche Disziplinen in ihren Spezialkongressen oder in der allgemeinen Deutschen Naturforscherversammlung und deren besonderen Sektionen besitzen, und wie ihn die Amerikanischen Psychologen bereits in einem jährlich stattfindenden Kongreß haben. Ein solcher Vereinigungspunkt ist aber für die Psychologie nicht weniger ein Bedürfnis wie für die anderen wissenschaftlichen Disziplinen. Denn bei der Mannigfaltigkeit der speziellen Forschungseinrichtungen, die schon bis jetzt in der Psychologie zutage getreten sind, und bei der wechselnden Zahl der Aufgaben und Fragen, die von den verschiedensten Gebieten menschlichen Wissens, Handelns und Empfindens aus an die Psychologie gestellt werden, ist es dringend angezeigt, daß denjenigen, die an der Arbeit auf dem Gebiete der Psychologie beteiligt sind, Gelegenheit gegeben werde, durch wissenschaftliche Zusammenkünfte und persönlichen Verkehr eine leichtere und vollständigere Einsicht in die auf diesem Gebiet sich regenden Richtungen und erworbenen Anschauungen zu erhalten, und durch Austausch von Erfahrungen und Gedanken sich hinsichtlich der Methode und der Zielpunkte ihres Forschens gegenseitig zu fördern."

Digitized by Google

Die Idee Müllers fand allgemeinen Anklang, zunächst durch den Anschluß der bedeutendsten Experimentatoren: Ebbinghaus, Külpe, Meumann, Sommer, Schumann, welche sich zu einem Initiativkomitee mit Müller zusammenschlossen. Ihnen traten später S. Exner, Groos, E. Hering, v. Kries, Siebeck, Stumpf und Ziehen bei; in ihrem Namen wurde das Einladungsschreiben versandt. Der Gedanke fand jetzt einen lebhaften Widerhall in den weitesten Kreisen, indem sich zu Vorträgen oder doch zu Teilnehmern Männer und Frauen nicht bloß aus Deutschland und Österreich, sondern auch aus der Schweiz, Italien, Frankreich, Holland, Schweden, Rußland, selbst aus Kanada und Japan meldeten. So fand der Kongreß zu Gießen statt, vom 18. bis 21. April des vorigen Jahres; einen authentischen Bericht über den Verlauf veröffentlichte F. Schumann im Auftrage des Vorstandes.[1])

Über folgende Punkte wurden Vorträge gehalten, bezw. Demonstrationen gegeben oder eine Ausstellung von Apparaten veranstaltet:

1. Individualpsychologie. 2. Psychophysiologie der Sinne. 3. Gedächtnis. 4. Verstandestätigkeit. 5. Bewußtsein und Schlaf. 6. Ausdrucksbewegungen und Willenstätigkeit. 7. Gefühle und Ästhetik. 8. Kinderpsychologie und Ästhetik. 9. Kriminalpsychologie. 10. Psychopathologie. 11. Reaktionsversuche.

Im Anschluß an den Kongreß konstituierte sich eine „Gesellschaft für experimentelle Psychologie", deren Vorstand aus den Herren G. E. Müller, R. Sommer, H. Ebbinghaus, S. Exner, O. Külpe, E. Meumann, F. Schumann (als Schriftführer) besteht. Ein Begrüßungstelegramm erging an den Nestor der experimentellen Psychologie Geheimrat Wundt, und der nächste Kongreß wurde auf die Osterferien 1906 nach Würzburg festgesetzt.

Wir können unsere Leser am besten über den gegenwärtigen Stand der so eifrig gepflegten neuen Wissenschaft orientieren, indem wir dem Berichte Schumanns folgende kurze Notizen über die Vorträge und die daran sich anschließenden Diskussionen entnehmen.

V. Henri handelt „Über die Methoden der Individualpsychologie". Er versteht darunter die Differentialpsychologie, die Erforschung der individuellen Eigenschaften. Er verwirft die von ihm früher bevorzugte Methode der „mental tests", welche aus kurzen Beobachtungen eines Seelengebietes die ganze Individualität erschließen will. Aber auch längere Zeit hindurch mit den verschiedensten Hilfsmitteln ange-

1) Bericht über den 1. Kongreß für experimentelle Psychologie. Leipzig, Barth. 1904.

Digitized by Google

stellte Experimente haben noch nicht zu einer ausreichenden Charakterisierung geführt.

G. E. Müller gibt der „Theorie der Gegenfarben und Farbenblindheit" von Hering eine Modifikation, indem er „zwischen den äußeren Valenzen und den inneren Reizwerten der Lichter scharf unterscheidet, und die gegenseitige Verstärkung oder Hemmung der gleichzeitig gegebenen inneren (7) Reizwerte stets wohl zu beachten" verlangt. Diese Lehre, „die übrigens ihr Gegenstück darin findet, daß nach den neuesten Fassungen der Young-Helmholtzschen Theorie die Zahl der den Gesichtsempfindungen zu Grunde liegenden zentralen Vorgänge größer ist als die Zahl (3) der peripheren Komponenten, mithin diese Komponenten nicht bloß je einen Reizwert besitzen, kommt auch dann in Betracht, wenn es sich um die Erklärung gewisser Kontrast- oder Nachbilderscheinungen oder gewisser Schwankungen der Lage der Kardinalpunkte des Spektrums (des Urgelb, Urgrün und Urblau) handelt."

F. Schumann, Ein ungewöhnlicher Fall von Farbenblindheit. — Bei dem Vortragenden fällt Grün ganz aus. Aber farbloses Licht erschien neben dem grünen stets rötlich.

A. Guttmann, Untersuchungen an sog. Farbenschwachen. — 1. Sie haben eine geringere Unterschiedsempfindlichkeit für die Farben in der Gegend des Natriumgelb, eine höhere im Grün. 2. Sie können nur bei einem Optimum des Reizes sicher urteilen. 3. Die Helligkeitsdifferenzen sind ihnen auffälliger als die der Farbentöne. 4. Sie brauchen zum Erkennen der Farben größere Gesichtswinkel, und 5. erheblich längere Zeit. 6. Sie ermüden farbigen Reizen gegenüber schneller. 7. Sie haben einen weit stärkeren Simultankontrast. Es unterscheiden sich zwei Gruppen, die Ähnlichkeit mit Protanopen und Deuteranopen haben; zweifelhaft bleibt, ob sie mit den farbenschwachen anomalen Trichromaten identisch sind. Sicher ist, „daß die Störung nicht in der Peripherie, sondern in höheren Bahnen bestehen muß."

V. Benussi, Ein neuer Beweis für die spezifische Helligkeit (bzw. Dunkelheit) der Farben. — Innerhalb der Helladaption läßt sich eine Helligkeitsverschiebung durch das bloße Hervortreten der Farbe nachweisen und sogar zahlenmäßig bestimmen. Ebenso das Verhältnis dieser Aufhellungen bzw. Verdunkelungen zu denjenigen, welche durch Übergang von Hell- zu Dunkeladaption erzielt werden. „Theorie: a) die mit dem Hervortreten der Farbe Hand in Hand gehende Helligkeits-Zu- oder Abnahme ist, da sie bei helladaptierten Augen nachweisbar ist, nicht auf einen Funktionswechsel verschiedener terminaler Netzhautapparate, sondern auf die den Farben eigene Helligkeit zurückzu-

Digitized by Google

führen ... b) desgleichen ist auch das Purkinjesche Phänomen ... nicht durch Annahme zweier Sehapparate ... zu erklären."

H. Ebbinghaus, Die geometrisch-optischen Täuschungen. — Der Vortragende hat einige bekannte Muster unter ungewöhnlichen Umständen mit Gesicht und Tasten untersucht. „Die beiden auf dem Gebiete des Tastsinns untersuchten (das Pfeil- und Kontrastmuster) ergeben ganz dieselben Täuschungen, und diese von derselben Größenordnung wie auf dem Gebiete des Gesichtssinns." Im Übrigen sind die Täuschungen nicht einheitlich erklärbar. — In der Diskussion betont Schumann die Augenbewegungen für viele Richtungstäuschungen.

A. Tschermak, Neue Untersuchungen über Tiefenwahrnehmung mit besonderer Rücksicht auf deren angeborene Grundlage. — Es wurde messend der Nachweis erbracht, „daß die binokulare Tiefenlokalisation ganz allgemein an querdisparate Abbildung, und zwar nicht bloß an Verschmelzung der beiden Eindrücke, sondern auch an Doppelbilder gebunden ist. Dieses Verhalten erscheint von spezieller Bedeutung für die Wirbeltiere mit fixer Divergenz der Gesichtslinien. An denselben ließ sich mittelst eines Leuchtperimeters ein gewisser binokularer Gesichtsraum nachweisen, unabhängig von totaler oder partieller Kreuzung der Sehnerven." Indes „die hohe Bedeutung der empirischen Motive, der individuellen Anpassung ist nicht zu verkennen."

S. Exner, Über die Wirkung mehrfacher Rindenoperationen auf den Sehakt. — Wie in pathologischen Zuständen, so nach Exstirpation bestimmter Hirnpartien erfolgen defekte Wahrnehmungen und Vorstellungen. [1])

F. Schumann, Die Erkennung von Buchstaben und Worten bei momentaner Beleuchtung. — „1. Das positive Nachbild der Buchstaben und Wörter persistiert häufig auch bei Helladaption ganz überraschend lange. 2. Die Wahrnehmungsbilder der Buchstaben werden nicht immer beim Eintreten des auslöschenden Reizes durch diesen sofort zerstört. 3. Die erkannten Buchstaben werden keineswegs immer deutlicher gesehen als die nicht erkannten. 4. Die Angabe Meßmers, daß auch bei einer Expositionszeit von wenigen σ noch Aufmerksamkeitswanderungen möglich sind, kann ich bestätigen. 5. Fordert man wenige Sekunden nach der Exposition die Versuchspersonen auf, die erkannten Buchstaben anzugeben, so sind manche von ihnen schon außer stande, auch nur ein einigermaßen deutliches visuelles Bild zu reproduzieren. Bei ihnen rufen die visuellen Wahrnehmungsbilder

1) Vergl. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. S. 36. Bd. S. 194 ff.

Digitized by Google

sofort die entsprechenden Lautbilder bezw. Bewegungsbilder hervor, und diese allein werden behalten (akustischer bezw. akustisch-motorischer Typus). Von den übrigen Versuchspersonen stützt sich auch nur der kleinere Teil ganz allein auf die visuellen Erinnerungsbilder (visueller Typus). 6. Die Beobachtung von Erdmann und Dodge, daß Wörter von 22 Buchstaben bei einer Expositon von 0,1 Sek. in allen Teilen deutlich gesehen werden können, habe ich nur bei visuellen Personen bestätigt gefunden. 7. Meine Versuche bestätigen die Ansicht, daß mit der Reproduktion der Bezeichnung noch nicht gegeben ist die eigentliche Erkennung des Wahrnehmungsbildes, für die das Bewußtsein der Zusammengehörigkeit von Wahrnehmungsbild und Lautbild charakteristisch ist."

Struycken, Bestimmung der Hörschärfe in Mikromillimetern.

Alrutz, Neue Untersuchungen über Hautsinnesempfindungen. — Die sog. paradoxe Kälteempfindung, welche durch Berührung der Kältepunkte mit warmen Metallflächen entsteht, kann man auch erhalten, wenn man den Temperator Thunbergs, einen Metallzylinder mit durchströmendem Wasser, mit einer Temperatur des Wassers von 9° C. auf die Stirnhaut 2' lang setzt; zuerst erhält man starke Kälteempfindung, die aber bald abnimmt. Nach Entfernung des Metalls nimmt die Kälteempfindung wieder zu, oder nach kurzem Intervall tritt eine neue Kälteempfindung ein. „Diese sekundäre Empfindung entsteht durch eine Erwärmung von innen durch das Blut", ist also eine paradoxe Kälteempfindung. Dieselbe ist „naßkalt", weil sie auch bei der Benetzung der Haut eintritt. — Die Empfindung des Glatten kann nicht als Druckempfindung angesehen werden; denn wenn man senkrecht gespannte Saiten zwischen die fest zusammengepreßten Hände bringt und diese wagerecht hin und her bewegt, „fühlt man eine spezifische und ganz starke Glätte". — Die Juckempfindung ist nichts anders als die sekundäre Schmerzempfindung Goldscheiders, welche ca. 1" nach dem eigentlichen Schmerz eines Stiches folgt. Alrutz nimmt spezifische Endorgane für sie an, verschieden von denen der Stichempfindungen, da sie nicht den reinen Stichcharakter der ersten besitzt, schlecht lokalisiert und irradiierend ist.

G. Heymans, Intensitätskontrast und psychische Hemmung. — „Eine Fläche erscheint um so dunkeler, auf je hellerem Grunde sie wahrgenommen wird. Neben der herkömmlichen Deutung dieser Tatsache, nach welcher die Fläche auf gleich hellem Hintergrunde keine, auf hellerem eine verdunkelnde, und auf dunklerem eine aufhellende Wirkung erfahren sollte, ist Raum für eine andere, nach welcher die

Digitized by Google

Fläche nur auf völlig lichtlosem Hintergrunde keine, auf jedem helleren Grunde dagegen eine entsprechend starke, verdunkelnde Wirkung erfährt." Diese Deutung ist einfacher, fügt sich dem allgemein psychischen Hemmungsgesetz unter. — In der Diskussion bemerkt Dürr, daß damit die Analogie von Helligkeits- und Farbenkontrast aufgehoben wird.

G. E. Müller, Bericht über Untersuchungen an einem ungewöhnlichen Gedächtnis. — Dr. Rückle aus Kassel zeichnet sich als Rechenkünstler aus, er leistet weit mehr als Diamanti und Inaudi. In $24^1/_2$ Sek. lernte er fünfstellige Zahlen und reproduzierte die einzelnen Ziffern in der erlernten Reihenfolge in 6", umgekehrt in $7^1/_2$", in beliebiger Anordnung in $17^1/_2$". In 2 Minuten zerlegte er eine fünfstellige Zahl in 4 Quadratzahlen, und gab deren Wurzeln an. Er rechnete gleichzeitig mit Zahlenlernen, er konnte schließlich eine Zahlenreihe von 204 Ziffern in 18 bis 19 Minuten sich einprägen, brauchte also nur den vierten Teil der Zeit, wie Diamanti. Das Gedächtnis ist auch sehr treu, erstreckt sich auch auf andere Gegenstände als Zahlen, und wird nicht leicht ermüdet.

A. Wreschner, Experimentelles über die Assoziation von Vorstellungen. — Bei optischen Reizwerten war die Assoziationszeit größer als bei gehörten. Bei den Abstrakta war die Zeit am längsten, bei Ungebildeten verlangten die Verba die kürzeste Zeit, bei Gebildeten die Adjektiva. Die Ungebildeten brauchten doppelt so viele Zeit als die Gebildeten, die längste die Kinder. Die Männer assoziierten schneller als die Frauen. Wurde die Art der Assoziation vorgeschrieben, z. B. Unterordnung, Gegensatz, so wurde der Gegensatz am schnellsten, die Ursache am langsamsten gefunden. — Wendt bemerkt dazu, daß nach seinem Versuche die Frauen zum Teil wesentlich schneller assoziieren als die Männer.

Kate Gordon, Über das Gedächtnis für affektiv bestimmte Eindrücke. — Die Versuche sprachen gegen die Ansicht, nach der in Lust und Unlust selbständige Reproduktionsmotive mit individuell-qualitativ variierender Färbung zu erblicken wären.

P. Ranschburg, Über die Bedeutung der Ähnlichkeit für das Erlernen, Behalten und die Reproduktion. — „1. Der Gedächtnisumfang für heterogene Inhalte ist weiter, die Gedächtnisfertigkeit größer, die Reproduktionszeit kürzer als für homogene. 2. Die Illusionen des Gedächtnisses sind durchweg gesetzmäßige. Sie sind von verschiedener Natur bei heterogenen und bei ähnlichen Inhalten. 3. Schon scheinbar gesicherte, erlernte und soeben reproduzierte psychische Inhalte können durch ihnen ähnliche Inhalte . . . stark geschädigt

Digitized by Google

werden, während dies bei heterogenen Reihen unter gleichen Bedingungen nicht der Fall ist. 4. Die Erscheinungen der assoziativen und der reproduktiven Hemmung (Müller—Schumann, Pilzecker) sind nicht nur für Assoziationen mit identischen, sondern auch für solche mit ähnlichen Gliedern sicher nachweisbar . . . 5. Das Entstehen und Bestehen einer Wahrnehmung oder reproduzierten Vorstellung im Bewußtsein hängt nicht nur von ihren gegenwärtigen psychologischen Eigenschaften ab, sondern auch in bedeutendem Grade von der Qualität der kurz vorher im Bewußtsein gewesenen, sowie der bald hernach auftauchenden Inhalte. . . . 6. Die beim Studium des Einflusses der Ähnlichkeit auf das Gedächtnis zutage tretenden Erscheinungen bilden eine neue Stütze für die Annahme, daß die Verschmelzung gleichzeitiger oder einander folgender identischer Bewußtseinsinhalte eine prinzipielle, allgemein gültige Grundeigenschaft der Seele sei."

R. Müller, Über das Wesen des Reproduktionsvorganges. — Es wird hingewiesen auf morphologische Reproduktionen (Linsenregeneration bei Tritonlarven) und die Vererbung, um ein allgemeines Gesetz zu statuieren.

O. Külpe, Versuche über Abstraktion. — Während $^1/_8$ Sek. wurden 4 sinnlose Silben je rot, grün, violett und schwarz gefärbt, von je 3 Buchstaben in gleichen Abständen exponiert, und bei jedem Versuch die Stellung der Farben und die Figur variiert, welche die 4 Silben mit einander bildeten. Die Gesichtspunkte, unter welchen das Dargebotene aufgefaßt werden sollte, waren die Gesamtzahl der sichtbaren Buchstaben, die Farben mit ihrer Stellung, die Figur, die möglichst große Zahl der einzeln gesehenen Buchstaben. Einmal wurde nach der bestimmten Rücksicht gefragt, das andere mal wurde sie dem Beobachter überlassen.

Es ergab sich nun für die positive Seite der Abstraktion: das Hervorheben gewisser Teilinhalte, „daß die meisten, richtigsten und bestimmtesten Aussagen da stattfinden, wo die Aussagen mit den Aufgaben zusammenfallen", d. h. „die Abstraktion gelingt am besten, wo vorher eine Präokkupation des Bewußtseins, eine Prädisposition für diese Teilinhalte gegeben oder gesetzt war."

In bezug auf die negative Seite der Abstraktion, das Absehen von anderen Teilinhalten, ergab sich „allgemein, daß die Zahl der unterbliebenen Aussagen größer ist für die Gesamtzahl und für die Elemente als für die Farben und die Figur, . . . daß von den Elementen und ihrer Zahl leichter abstrahiert, abgesehen werden konnte, als von den Farben und der Figur."

Digitized by Google

Der Verf. legt „Gewicht darauf zu konstatieren, daß in den Abstraktionstatsachen unmittelbare Bewußtseinsphänomene vorliegen. . . Im Anschluß daran definiere ich die Abstraktion als den Prozeß, durch den das logisch oder psychologisch Wirksame von dem logisch oder psychologisch Unwirksamen geschieden wird. Die wirksamen Teilinhalte sind für unser Denken und Vorstellen die positiv abstrahierten, die unwirksamen aber diejenigen, von denen abstrahiert worden ist. Für unser Bewußtsein gibt es demnach abstrakte Vorstellungen, für die psychische Realität nur konkrete Vorstellungen."

Wenn Redner meint, „damit sei zugleich der alte Streit zwischen Nominalismus und Realismus seiner Entscheidung näher gerückt", so müssen wir dies trotz Anerkennung der Genialität der Versuche doch bezweifeln. Denn in jenem alten Streite handelte es sich nicht um abstrakte Vorstellungen und Teilinhalte einer konkreten Vorstellung, sondern um die Tätigkeit der Vernunft, welche das Allgemeine, die intelligibile Wesenheit, von den sinnlichen Vorstellungen abstrahiert. Die reale Gültigkeit dieser allgemeinen Begriffe wurde vom Realismus behauptet, vom Nominalismus verneint. Diese Abstraktion vollzieht sich durchaus unbewußt. Die Theorie Külpes bewegt sich durchaus auf nominalistischem Boden, wie die Erkenntnistheorie der meisten neueren Psychologen.

C. Spearmann, Die experimentelle Untersuchung psychischer Korrelationen. — Der Redner hat mit verbesserten Methoden „das Problem untersucht, ob und inwieweit die Leistungsfähigkeit einer Person in einer Richtung abhängig ist von ihrer Leistungsfähigkeit in einer andern Richtung", und gefunden, „daß alle diese obwohl sehr verschiedenen intellektuellen Fähigkeiten von einem gemeinsamen Faktor — wenn auch in sehr ungleichem Grade — abhängig sind."

Elsenhans, Die Aufgabe einer Psychologie der Deutung als Vorarbeit für die Geisteswissenschaften. — „Der Weg zur Erforschung alles jenseits des eigenen Ich gelegenen Geisteslebens geht stets durch sinnliche Medien, die wir nach der Analogie unserer eigenen geistigen Erlebnisse deuten."

W. Wirth, Zur Frage des Bewußtseins- und Aufmerksamkeitsumfanges. — Die beste Methode ist die Wundt'sche Vergleichsmethode. „Diese liefert das vollständigste Resultat hinsichtlich des jeweiligen Umfanges der unmittelbaren Wahrnehmung bei Verwertung der Schwellen für momentane Variationen innerhalb eines dem Beobachter bekannten Bereiches bei Unwissentlichkeit des Variationsortes und Bekanntheit der Variationsrichtung. Dem Bewußtseinsgrade des Varia-

Digitized by Google

tionsortes entspricht hierbei das Verhältnis dieser V.-Schwelle zu der wissentlich abgeleiteten bei Konzentration der Aufmerksamkeit auf den Variationsort." „Bei Verteilung der Aufmerksamkeit auf das ganze Sehfeld ergab sich der mittlere Wert jenes Verhältnisses $\frac{\text{unwissentlicher}}{\text{wissentlicher}}$ V. S. bei Auswahl von 92 gleichmäßig verteilten Punkten = 0,812. Bei gleichmäßiger Verteilung von 36 Punkten auf 4 Quadranten und Verteilung der Aufmerksamkeit auf je einen Quadranten . . . in Mittel = 0,872, bei der alten Verteilung der Aufmerksamkeit = 0,790."

W. Weigandt, Beiträge zur Psychologie des Schlafes. — Es wurden die erholenden Wirkungen einzelner Schlafabschnitte untersucht. „Es ergab sich nun, daß alle Versuche vor dem Einschlafen einen raschen Nachlaß der Leistungsfähigkeit meist von Anfang zeigten, jedenfalls ein Zurückbleiben der zweiten Viertelstunde gegenüber der ersten. Der Versuch nach dem ersten Schlafe von $^1/_2$ oder mehreren Stunden zeigte meist schon ein Ansteigen von der 1. zur 2. Viertelstunde." Nach der zweiten Viertelstunde war die Leistungsfähigkeit oft geringer als am Morgen. „Erst die kompliziertere Lernarbeit beweist, daß auch die späteren Schlafstunden noch ihre besondere Bedeutung haben, indem die volle Leistungsfähigkeit zu schwierigeren Arbeiten durch den Schlaf nur langsam wieder erreicht wird, im wesentlichen proportional der Schlafdauer, nur unter einem kleinen Vorsprung der ersten Zeit des Schlafes."

Ed. Claparède, Biologische Theorie des Schlafes. — „Der Schlaf ist nicht das Ergebnis einer einfachen Funktionsunterbrechung, er ist eine positive Funktion, ein Instinkt, der eine Funktionsunterbrechung zum Zwecke hat: wir schlafen, nicht weil wir vergiftet oder erschöpft sind, sondern um der Vergiftung oder Erschöpfung nicht zu unterliegen." — In der Diskussion bemerkt Dürr, daß toxische und instinktive Theorie sich nicht ausschließen, da ja auch der Instinkt physiologisch begründet sein kann.

H. Ach, Experimentelles über die Willenstätigkeit. — Es wurden Reaktionen mit und ohne Zuordnung des Reizes angestellt; bei ersterer ist das Verhalten der Versuchsperson eindeutig durch Instruktion bestimmt, bei letzterer nur im allgemeinen. Bei ersterer „trat die von L. Lange und Orchansky festgestellte Erscheinung in Wirksamkeit, daß bei motorischer Einstellung kürzere Zeiten, eine geringere Streuung, aber bedeutend mehr Fehlreaktionen erhalten werden, als bei sensorischer Einstellung". Aus letzterer „geht hervor, daß von

Digitized by Google

der Zielvorstellung determinierende Tendenzen ausgehen, welche eine Realisierung der Absicht im Sinne der Zeitvorstellung bewirken".

G. Martius, Zur Untersuchung des Einflusses psychischer Vorgänge auf Puls und Atmung. — „Die bisherigen Versuche haben teilweise zu sich völlig widersprechenden Ergebnissen geführt. Die Ursache hiervon liegt einmal in den Versuchsordnungen selbst, sodann in der Art, wie die Kurven berechnet sind." „Bei strengen Anforderungen an die Versuchstechnik und die Versuchsberechnung läßt sich eine einfache Funktion zwischen Geschmack und Geruchseindrücken, sowie zwischen Lust und Unlust und den Symptomen der Atmung und des Pulses nicht nachweisen."

R. Sommer, Demonstrationen: a) Die Umsetzung des Pulses in Töne. b) Darstellung von Ausdrucksbewegungen in Licht- und Farbenerscheinungen.

M. Ettlinger, Einige Bemerkungen über Nachahmung. — Der Vortragende führt Gründe aus der Tier- und Kindespsychologie an, nach welchen die assoziative Erklärung der Nachahmungserscheinungen den Vorzug vor der allzu einfachen Instinktheorie verdient.

Elsenhans, Bemerkungen über die Generalisation der Gefühle. — Dieselbe ist auf zwei Wegen möglich: 1. durch Teilnahme an dem Generalisationsprozeß ihrer Vorstellungen; 2. dadurch, daß sich unmittelbar aus einzelnen Gefühlen Gefühle allgemeinerer Art bilden, wie das Lebensgefühl, die Gemeingefühle.

K. Groos, Die Anfänge der Kunst und die Theorie Darwins. — Die Bewerbung ist nicht, wie Darwin meint, die Grundlage der Kunst. Wohl zeigt sich bei Vögeln ein Spielen, das der Bewerbung dient, aber bei den den Menschen näher stehenden Affen fehlt es. In der Poesie der primitiven Stämme spielt die Erotik eine geringere Rolle als bei uns.

Siebeck, Über musikalische Einfühlung. — „Es ist der spezifisch musikalischen Einfühlung wesentlich, daß bei ihr nicht solche Gefühlsqualitäten, die an der Vorstellung bestimmter Dinge haften, sich zu dem Effekt einer Stimmung zusammenschließen, sondern daß die Stimmung sich aus dem Gesamteffekt von Gefühlsqualitäten ergibt, die uns durch die Töne direkt, d. h. ohne den Umweg über bestimmte Dingvorstellungen ermittelt werden."

K. Marbe, Über Rhythmus der Prosa. — Marbe fand in Goethe'schen Prosawerken einen eigentümlichen Rhythmus.

W. Ament, Das psychologische Experiment an Kindern. — Wie in der Psychologie überhaupt, so kommen auch in der des Kindes

Digitized by Google

die Eindrucks-, die Tätigkeits- und Ausdrucksmethoden, Einzel- und Massen-Experimente, Feststellungs- und Vergleichungsmethoden zur Anwendung. Freilich „an der Entwickelung findet das Experiment seine Grenzen. Die Ausdrucks- und Tätigkeitsmethoden hängen von der Entwicklung des Bewußtseins und Selbstbewußtseins, die Ausdrucksmethode von der Entwicklung der Ausdrucksbewegungen ab. Die Feststellungsmethoden, gerade an der Kinderseele eigentümlich ausgebaut, müssen den Vergleichungsmethoden vorangehen. Die Möglichkeit, mit dem Kinde zu experimentieren, entwickelt sich mit dem Kinde selbst." Die Exaktheit eignet übrigens nicht bloß dem Experiment, sondern auch der reinen Beobachtung.

W. A. Lay, Über das Wesen und die Bedeutung der experimentellen Didaktik. — Pädagogische Verwertung des Experimentes.

W. Stern, Die Sprachentwicklung eines Kindes, insbesondere in grammatischer und logischer Hinsicht. — Es gibt bei Kindern wohl auch Selbstbildungen von Wörtern, sie sind aber Kuriosa. Die Spontaneität in der Nachahmung zeigt sich in der verarbeitenden und auswählenden Tätigkeit. Zuerst treten die Interjektionen auf, das Aktiv vor dem Passiv, die Hauptsätze vor den Nebensätzen, die Infinitive vor den Partizipien, die Ortsadverbien vor denen der Zeit, die Konkreta vor den Abstrakta. Vom Ende des ersten bis zum Anfang des vierten Lebensjahres hat die Tochter Stern's die Hauptetappen der Syntax durchlaufen. In der ersten Epoche, die 8 Monate währte, vertrat das Wort den Satz, bei dem $1^1/_2$jährigen Kinde wurden mehrere Wörter verknüpft, nach weiteren 3 Monaten Satzketten gebildet. Mit $2^1/_2$ Jahren trat Unterordnung der Sätze ein.

Marie Borst, Zur Psychologie der Aussage. — „1. Die Möglichkeit einer Erziehung der Aussage läßt sich nicht in Abrede stellen . . . 2. Der Unterschied der Geschlechter macht sich dahin geltend, daß die Frauenaussage die Männeraussage an Treue und Umfang übertrifft."

R. Sommer, Objektive Psychopathologie. — Die Methoden zur Gewinnung objektiver Merkmale für Abnorme beziehen sich 1. auf Registrierung von Bewegungen; 2. auf Objektivierung von Symptomenkomplexen.

N. Ach, Über das Hipp'sche Chronoskop.

H. T. Watt, Mitteilungen über Reaktionsversuche. — „Der Ausdruck einer Reaktion ist bedingt 1. durch die Aufgabe. 2. durch die relative Reproduktionsgeschwindigkeit konkurrierender Reproduktionstendenzen neben andern Faktoren, die objektiv konstatierbar sind."

Digitized by Google

Was uns die gesamte historische Darstellung der experimentellen Psychologie gezeigt hat, das sehen wir hier auf dem Kongreß in einem gedrängten Gesamtbilde anschaulich beisammen. Ein erstaunlicher Eifer in der Anwendung der naturwissenschaftlichen Methode auf das Seelenleben, mit der zähesten Ausdauer und Geduld ausgeführte Experimente, die Anwendung der scharfsinnigsten Methoden mit Benutzung kunstreichster Apparate und auch bereits recht schöne Resultate. Aber gestehen muß man auch, daß letztere noch nicht zu den gemachten Anstrengungen im Verhältnis stehen. Für die eigentlichen großen Fragen der Psychologie ist noch wenig Sicheres und Entscheidendes gefunden worden. Besseres können wir von der Zukunft erwarten.

Digitized by Google

Nachtrag.

Die Forschung schreitet auf dem Gebiete der experimentellen Psychologie so rastlos fort, daß fast jeder Tag Neues bringt. Manche der neuesten Untersuchungen konnten noch während des Druckes am entsprechenden Orte eingefügt werden. Von den nach Abschluß des Druckes erschienenen wollen wir nur einige wichtigere nachtragen.

Zu Seite 304 (Gedächtnis):

G. E. Müller[1]) unterzieht die Untersuchungen von Meumann und Ebert einer eingehenden Kritik.

Daß durch Übung eines Spezialgedächtnisses andere mitgeübt werden, soll nach den Verff. nebst der Routine unter anderem auch von einem unbekannten psychophysischen Faktor abhängen. Das ist unannehmbar, da für die Routine, Aneignung der Lerntechnik, Bevorzugung des günstigereren akustischen oder optischen Typus ausreicht. Daß die Gedächtnisse in dem Maße, als sie dem geübten verwandt sind, mitgeübt werden, wird nicht bewiesen; den Grad der Verwandtschaft zu bestimmen ist sehr schwierig.

Gegen die Ökonomie des von den Verff. bevorzugten Lernverfahrens bemerkt Müller, „daß eine Lernmethode in Beziehung auf das Behalten nur dann als ökonomischer zu betrachten ist als eine andere, wenn sie bei gleichem Zeit- oder Kraftaufwande zu dem gleichen Behalten führt wie letztere".

Die Perservationstendenz, welche sie nicht beobachtet haben wollen, findet sich auch in ihren Angaben.

Neuere Experimente stellte Fr. Reuther[2]) an.

Bisher hat man nur Methoden der Reproduktion angewandt; wichtiger und genauer sind die der Wiedererkennung durch Vergleichung.

1) Über E. Ebert's und E. Meumann's Abhandlung: Über einige Grundfragen der Psychologie der Übungsphänomene im Bereiche des Gedächtnisses. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. 1905. 39. Bd. S. 111.

2) Beiträge zur Gedächtnisforschung. Psychol. Studien von Wundt. 1905. 1. Bd. S. 4.

Digitized by Google

welche bisher nur für einfache Eindrücke angewandt wurden. Verf. setzt es sich „zur Aufgabe, eine Vergleichs- oder Wiedererkennungsmethode zu entwickeln, mit welcher sich die zwischen der Menge des Behaltenen einerseits und den primärdispositionsschaffenden bezw. — störenden Faktoren andererseits bestehenden Abhängigkeitsbeziehungen auch an komplexem Gedächtnismaterial feststellen lassen".

Zu diesem Zwecke wurde die „Methode der identischen Reihen" angewandt. Eine ursprünglich vorgezeigte und die später folgende Versuchsreihe stimmt in allen Gliedern überein, ohne daß der Beobachter es weiß. „Diese Methode gibt nun in der Anzahl der als alt wieder erkennbaren Glieder ganz von selbst das Maß für die Menge des Behaltenen an die Hand. Doch haben wir als Maß die relative Menge des Behaltenen, also das Verhältnis $\frac{b}{s}$ der behaltenen d. h. richtig wiedererkannten, zu der Summe aller Glieder, welche die Reihe enthält, den beiden anderen Möglichkeiten: b die absolute Menge des Behaltenen allein, oder $\frac{b}{v}$, das Verhältnis der behaltenen zu den vergessenen Gliedern als Maß der Menge des Behaltenen vorgezogen."

Gegen Ebbinghaus fand Reuther mit Smith eine mit steigender Darbietungszahl immer geringere Zunahme der Menge des Behaltenen, und spricht nicht von Wiederholungen, sondern von Darbietungen, womit auch die erste Exposition einbegriffen wird. Die Menge des Behaltenen nimmt ab mit abnehmender Expositionsdauer, freilich mit starken Schwankungen.

„Mit wechselnder Reihenlänge nimmt die absolute Menge des Behaltenen zu, die relative Menge dagegen ab." „Mit wachsendem Intervall zwischen den einzelnen Darbietungen wächst zunächst die Menge des Behaltenen, um dann aber kontinuierlich zu sinken. Nach Ebbinghaus ist das Verhältnis des Behaltenen zum Vergessenen umgekehrt proportional dem Logarithmus der seit dem Erlernen verflossenen Zeit. Im allgemeinen stimmt dazu das Resultat des Verf.:

„Das Vergessen schreitet anfangs ziemlich genau proportional der Zwischenzeit fort und erst nach längeren Zwischenräumen ist ein langsamerer Fortschritt zu konstatieren."

Die wichtigste Rolle bei den Gedächtnisfunktionen fällt nach den Versuchen der Aufmerksamkeit zu. „Es liegt darum nahe, die Hypothese aufzustellen, daß die absolute Menge des nach einer gewissen konstanten Zwischenzeit noch Behaltenen und damit die Menge

Digitized by Google

der psychischen Einzeldispositionen der bei der Apperzeption verbrauchten Aufmerksamkeitsenergie direkt proportional sei."

Zu Seite 352 (Bewußtseinsumfang):

J. Quandt[1]) handelt über „Bewußtseinsumfang für regelmäßig gegliederte Gesamtvorstellungen".

Anknüpfung an die Experimente von Dietze. „Es folgt aus den Versuchen, daß im Maximum sechs einfache Gehörseindrücke simultan apperzipiert werden können." Es ist aber damit eigentlich nur die Konstanz des Umfanges der Aufmerksamkeit, die auch auf anderen Gebieten nachgewiesen wurde, dargetan. Im Maximum können wir 24 Schläge zu einer Gesamtheit zusammenfassen. Dietze hatte gefunden: Im Falle regelmäßig auf einander folgenden Vorstellungen ist der Umfang des Bewußtseins eine Funktion der Geschwindigkeit, mit welcher die einzelnen Vorstellungen aufeinander folgen; dem stimmt der Verf. nicht bei; es bildet sich vielmehr ein Rhythmus, dessen Takteinheit eine Funktion der Geschwindigkeit ist. Dietze hat auch nicht erkannt, „daß die Versuche mit dem Schlagintervall von 1" abwärts an alle beeinflußt sind von dem subjektiven $^2/_4$-Takt".

Der Konstanz der Aufmerksamkeit ist es zuzuschreiben, daß „sowohl in der musikalischen wie in der poetischen Metrik die größte rhythmische Reihe durch sechs Takte gebildet wird." Auch die Apperzeption eines gesprochenen Satzes unterliegt denselben Bedingungen.

Zu Seite 491 (Konsonanz):

Die Theorie der Konsonanz von F. Krüger verwirft Lipps[2]) vollständig. Der durch die Differenztöne erzeugte Einklang bei der Konsonanz und verstimmte Einklang bei der Dissonanz sind Begleiterscheinungen, machen aber die Konsonanz und Dissonanz nicht aus. Ebenso wie zwei zusammenpassende Farben auf reinem oder schmutzigem Grunde gesehen werden; der Schmutz des Grundes hebt die Zusammenstimmung der Farben nicht auf. Man kann ja auch neben einem konsonanten Intervalle noch jenen verstimmten Einklang künstlich erzeugen. Die Konsonanz wird dadurch nicht aufgehoben.

Den Grundfehler der Theorie findet Lipps in der falschen Auffassung der Gestaltqualitäten. Wir müssen uns bewußt bleiben, „daß die Komplexqualität der Zusammenklänge und der Tonfolgen, sowie alle Komplexqualitäten auf Beziehungen beruhen. Und dann können wir natürlich die Komplexqualität, Konsonanz oder Dissonanz genannt,

1) Psychol. Studien von Wundt. 1905. 1. Bd. S. 137.

2) Psychol. Studien. 1905. 2. Aufl. S. 146.

Digitized by Google

nicht auf irgend etwas reduzieren oder irgendwie ‚erklären', ohne zunächst die Beziehung ins Auge gefaßt und die Frage gestellt zu haben, wie denn diese Beziehung der Konsonanz und Dissonanz, oder genauer wie das Bewußtseinserlebnis dieser Beziehung, wie mit einem Worte das Bewußtseinserlebnis der eigenartigen Zusammengehörigkeit oder nicht Zusammengehörigkeit, Verwandschaft oder Fremdheit zwischen zwei Tönen uns verständlich werden könne". Nun aber hat es „ebensowenig Sinn, diese Beziehung zurückführen zu wollen auf ein Drittes gegenständliches Element, das irgendwie zu den in Beziehung stehenden Elementen hinzutritt, als es Sinn hätte zu sagen, die Harmonie zweier Farben bestehe im Hinzutreten einer dritten Farbe".

Übrigens fehlen bei sehr tiefen Tönen die Differenztöne: Wie soll hier die Konsonanz und Dissonanz erklärt werden?

Wie Lipps so verwirft auch Stumpf die Konsonanztheorie von Krüger.

Gemeinsam mit jenem ist der Einwand Stumpfs: Man kann zu einem konsonanten Intervalle künstlich Differenztöne, Schwebungen und verstimmte Einklänge erzeugen, und die Konsonanz bleibt, zum Teil wohl getrübt, aber unter Umständen selbst „gewürzt". Überhaupt bemerkt auch er, daß die Konsonanz in den Tönen selbst, nicht in einem Beigemisch gesucht werden muß. Krüger glaubt die gegen Helmholtz vorgebrachten Einwände träfen seine Theorie nicht. Das trifft zu inbezug auf die obertonfreien Akkorde, und den von Stumpf angegebenen schwebungsfreien dissonanten Fünfklang. Indes sind auch dissonanztonfreie dissonante Klänge herzustellen, jedenfalls solche in denen die Differenztöne und der verstimmende Zwischenton sehr schwach sind.

„Das Intervall 8 : 11 gehört zweifellos zu den Dissonanzen. Es liegt zwischen der Quarte und Quinte. Die fünf Differenztöne Krüger's haben hier die Verhältniszahlen 3, 5, 2, 1, 1. Nehmen wir nun Primärtöne von der absoluten Höhe 800 : 1100 (800 = gis^2), so verstehe ich nicht, wie so die Differenztöne 100, 200, 300, 500 untereinander oder mit den Primärtönen nach Krüger noch störende Schwebungen oder Zwischentöne bilden sollen. Die Oktave 100 : 200 und die Quinte 200 : 300 mögen noch Spuren von Rauhigkeit aufweisen, wenn man sie mit einem einfachen einzelnen Ton vergleicht; aber dergleichen verschwindende Reste dürfte Krüger selbst nicht für die Dissonanz verantwortlich machen." Ebenso können hier keine Zwischentöne eintreten; die sämtlichen Differenztöne gehen nicht unter die Quinte herab, und doch hat sie Krüger nur bis zur kleinen Terz und zwar bis zur mittleren Region beobachten können. Man kann

Digitized by Google

nun das Intervall noch eine Oktave höher legen, dann sind die Zwischentöne vollständig ausgeschlossen.

So liegt die Sache aber nicht bloß bei 8 : 11, sondern in zahlreichen anderen Fällen, wie bei 11 : 15, 13 : 18, 5 : 7, 12 : 17 usw.

Ferner, Kombinationstöne wie Schwebungen kann man dadurch beseitigen, daß man die beiden Gabeln an die beiden Ohren verteilt (dichotisches Hören). Dabei bleibt die Dissonanz geradeso wie beim diotischen und monotischen Hören.

Die Zwischentöne kommen auch bei den Obertönen vor; also müßte auch hier die Rauhigkeit der Dissonanz entstehen.

Der Grundfehler der Theorie liegt darin, daß Krüger Dissonanzen wählt, welche nur wenig von den einfachsten Zahlenverhältnissen abweichen, die „ehrlichen" Dissonanzen hat er nicht berücksichtigt.

Zu Seite 10.

Sehr zutreffende Bemerkungen über den Wert, aber auch die Grenzen der experimentellen Psychologie enthält ein Aufsatz von M. Ettlinger: „Das Experiment in der Psychologie." [1])

1) Hochland, Oktober 1905. Seite 77—84.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Gutberlet
Psychophysik

BJ
G98

Digitized by Google

Digitized by Google